

SKRIPSI

**EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN
REAKTOR ROUGHING FILTER ALIRAN HORIZONTAL DALAM
MENURUNKAN KEKERUHAN DAN KESADAHAN AIR SUNGAI
BRANTAS**



**Disusun Oleh :
Aloysius Oktavius Sari
(09.26.010)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2015**

Oktavius, Aloysius. Setyobudiarso, Hery. Sudiro. 2015. **Efektifitas Pengolahan Air Dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Air sungai secara kuantitas dan kontinuitas, umumnya dapat memberikan sumbangan air yang cukup besar, namun dari segi kualitas, air sungai rentan terhadap pencemaran lingkungan. Salah satu parameter yang terdapat adalah kekeruhan dan kesadahan, sehingga sebelum digunakan air sungai memerlukan pengolahan pendahuluan. Salah satu pengolahan pendahuluan pada air sungai yaitu dengan memakai reaktor *roughing filter* aliran *horizontal*. *Roughing Filter* merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. *Roughing filter* menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan dari reaktor *roughing filter* dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan variasi ketinggian media, dan waktu operasional. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *roughing filter* aliran *horizontal*, menggunakan media filter zeolit, gerabah, dan karbon aktif. Variabel media zeolit 30 cm : gerabah 35 cm, karbon aktif 35 cm (P1) : zeolit 35 cm : gerabah 30 cm, karbon aktif 35 cm (P2) zeolit 40 cm : gerabah 40 cm, karbon aktif 20 cm (P3). Variasi waktu operasional *roughing filter* dari 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari, dimulai saat air sungai masuk pada alat *roughing filter*. Metode analisa yang dipakai untuk mengetahui kekeruhan digunakan turbidimetri dan kesadahan digunakan titrasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolit, gerabah, dan karbon aktif memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan kekeruhan dan kesadahan. Persentase penurunan konsentrasi kekeruhan tertinggi pada variasi ketinggian media dengan perbandingan media 40 cm : batu apung 40 cm, arang aktif 20 cm, pada waktu 8 hari dengan nilai persentase 91.73 %. Sedangkan penurunan konsentrasi kesadahan paling tinggi diperoleh pada variasi ketinggian media cangkang kerang 40 cm : batu apung 40 cm : arang aktif 20 cm, pada waktu operasional 8 hari dengan nilai persentase 74.42 %.

Kata Kunci : Kekeruhan, Kesadahan, Pencemaran Lingkungan, *Roughing filter*, Waktu Operasional.

Sari, Oktavius , Aloysius. Setyobudiarso, Hery. Sudiro. 2015. **The design of the River Raw Water Treatment Method Using Flow Horizontal Roughing Filter on Reducing turbidity and hardness.** Thesis, Environmental Engineering, National Engineering Institute of Malang.

ABSTRACT

Usually, River water from the quantity and continuity aspect contribute big enough water, but from the quality aspect, river water susceptible from environmental contamination. river water content of turbidity and hardness. So that, before used river water had to be processing before its up to standard as drinking water. One of the pre-treatment of river water by using filtrasi by roughing filter of horizontal flow. Roughing Filter is one of water pre-treatment that commonly used in drinking water supplying system. The excess of this filter is easy to got the raw material, no need an highly competent one to operate, and also has the low expense of making. This research is aim to know the ability of roughing filter for degrading of turbidity and of hardness rate used media high and operational time variation. This study is conducted using the roughing filter for horizontal water flow.

The filter media uses zeolite, pottery, and active carbon. The shell media ratio variation used are as follow, zeolite 30 cm : pottery 35 cm : active carbon 35 cm (P1), zeolite 35 cm : pottery 30 cm – active carbon 35 cm (P2), zeolite 40 cm : pottery 40 cm : active carbon 20 cm (P3). The time variation of the roughing filter ranges from 0 day, 2 day, 4 day, 6 day, 8 day, and 10 day, days starting from the time when the water enter the filter equipment.

The analysis method used to asses the water turbidity is turbidimetri while the water hardness is titrasi. The findings of the study show that the roughing filter for horizontal water flow with the media of zeolite, pottery, and active carbon is capable of decreasing the turbidity and hardness of Brantas River water. The highest percentage of muddiness decrease is obtained in the media hight ratio of 40 cm shell : 40 cm pumice ; 20 cm active carbon on 8 days with percentage value of 92 %. While the highest hardness decrease is obtained in the media height ratio of 40 cm sheels : 40 cm pumice : 20 cm activated carbon on 8 days with the percentage value of 76 %.

Keywords : river water, turbidity, hardness, roughing filter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air murni adalah zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau, dan warna yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Ciri-ciri fisik yang utama dari air adalah bahan padat keseluruhan yang terapung dan yang terlarut, kekeruhan, warna, bau dan suhu. Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih adalah air sungai. Air sungai biasanya tidak dapat langsung di gunakan karena umumnya kotor. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air untuk memenuhi syarat air minum. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan. Manfaat terbesar sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran Pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya potensial untuk dijadikan objek wisata (<http://www.sungai.com//>).

Seperti yang terjadi pada sungai Brantas yang mengalir di Kota Malang saat ini, kualitas air sungai Brantas telah melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah. Hal ini disebabkan oleh buangan limbah domestik disepanjang sungai sehingga tidak layak untuk dikonsumsi (<http://www.koranrakyatonline.com>).

Kekeruhan dan kesadahan air sungai merupakan bagian dari beberapa beban pencemar yang terdapat disungai. Kekeruhan tersebut akan mengurangi segi estetika, menyulitkan dalam usaha penyaringan dan akan mengurangi efektifitas desinfeksi. Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi kekeruhan menjadi tidak disenangi karena rupanya. Secara kimia, kesadahan pada air permukaan alami biasanya lunak, kesadahan dapat menyebabkan sabun pembersih tidak efektif kerjanya. Selain itu dapat menyebabkan kerak pada pipa dan ketel. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan air untuk memenuhi syarat sebagai air minum atau air bersih sebagai pengolahan pendahuluan.

Ada 2 jenis *roughing filter* yaitu *roughing filter* aliran *vertikal* dan *roughing filter* aliran *horizontal*. *Roughing filter* aliran horizontal adalah proses dimana air mengalir secara horizontal. Pada horizontal *roughing filter* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual. Dalam proses horizontal *roughing filter* memiliki kemampuan dalam menurunkan kekeruhan 50 – 90%.

Berdasarkan hasil penelitian Triwardani (2011) dengan judul “Pemakaian cangkang kerang, batu apung, dan arang aktif tempurung kelapa sebagai media pada *roughing filter* aliran horizontal dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan pada air sungai brantas (Studi kasus sumber air DAS Brantas, jalan Cibuni, Kota Malang) mampu menurunkan kekeruhan menjadi 92,75% dan kesadahan menjadi 76,21% . Penelitian Rahman (2012) dengan judul “Pemanfaatan *Rouging filter* aliran horizontal dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai dengan media filter batu kapur, zeolit dan batu kerikil. Mampu menurunkan kekeruhan menjadi 71,17% dan kesadahan menjadi 63,11%

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan muncul ide menggunakan tiga media (*mixed media*) yakni zeolit, gerabah dan karbon aktif dalam reaktor *Roughing Filter* aliran *Horizontal* guna memperbaiki kualitas air dengan parameter uji yaitu kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas. Media zeolit merupakan mineral yang mempunyai sifat sebagai penyerap yaitu mampu menyerap ion-ion logam penyebab kesadahan air karena mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misalkan zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Zeolit juga memiliki sifat sebagai filter karena memiliki pori-pori sehingga dapat menurunkan kekeruhan. Gerabah yang digunakan untuk menjernihkan air adalah gerabah yang mampu menyerap air yang terdiri dari golongan gerabah yang lunak (baik putih maupun merah) dan golongan bahan untuk bahan bangunan misalnya bata merah, genting, ubin merah, pipa tanah, dan sebagainya. Karbon aktif adalah sejenis adsorbent (penyerap), berwarna hitam, berbentuk granule, bulat, pellet ataupun bubuk.

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik maupun anorganik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat - zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk CaCO_3 yang menyebabkan kesadahan. Salah satu alternatif untuk memenuhi syarat dari parameter kekeruhan dan kesadahan dalam hal penyediaan air minum sesuai Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan adalah:

1. Seberapa efektif penggunaan *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolit, gerabah dan karbon aktif dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas.
2. Bagaimana pengaruh variasi ketinggian media dan waktu operasional yang berbeda dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan dengan menggunakan reaktor *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolit, gerabah dan karbon aktif.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui efektifitas alat *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolit, gerabah dan karbon aktif dalam menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi ketinggian media dan waktu operasional reaktor *roughing filter* aliran *horizontal* dengan media zeolit, gerabah, dan karbon aktif terhadap penurunan kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pengolahan air sungai dengan menggunakan metode *roughing filter* aliran horizontal ini adalah dapat dijadikan teknologi alternatif yang *efisien, ekonomis* dan *aplikatif* dalam pengolahan air minum.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini melingkupi :

1. Sampel air yang digunakan yaitu sampel air sungai Brantas Dinoyo Kota Malang.
2. Memakai media filter zeolit, gerabah dan karbon aktif.
3. Parameter yang dianalisis yaitu kekeruhan, dan kesadahan.
4. Menggunakan Variasi:
 1. Ketinggian media
 2. Waktu operasional
5. Menggunakan reaktor *roughing filter* aliran *horizontal*.
6. Penelitian skala laboratorium.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Air minum

Berdasarkan Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

1. Pengertian Air minum

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

2. Pasal 3 :

Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

3. Parameter Wajib

1. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan:

- a. Parameter Mikrobiologi (E. Coli, total bakteri coliform).
- b. Kimia an-organik (Arsen, flourida, total kromium, cadmium, nitrit (sebagai NO^{2-}), Nitrat (sebagai NO^{3-}), sianida, selenium.

2. Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan

- a. Parameter fisik (Bau, warna, total zat padat terlarut (TDS), kekeruhan, rasa, suhu).
- b. Parameter Kimiawi (Aluminium, besi, kesadahan, khlorida, mangan, pH, seng, sulfat, tembaga, amonia).

4. Parameter Tambahan

1. Kimiawi.

2. Radioaktifitas.

2.2 Pengambilan Sampel

2.2.1 Umum

Pengambilan sampel adalah mengumpulkan volume sesuatu badan air yang akan diteliti, dengan jumlah sekecil mungkin tetapi masih mewakili (representatif), yaitu masih mempunyai semua sifat-sifat yang sama dengan badan air tersebut (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

2.2.2 Persiapan Pengambilan Sampel

Sampel dapat diambil secara terpisah, dengan menggunakan ember, botol plastik atau kaca (terbuka dan diperberat, misalnya dengan cincin timah hitam pada lehernya) yang diikat dengan tali, kemudian dimasukkan kedalam sungai, saluran, sumur, dan sebagainya, sampai terisi penuh dengan sampel. Untuk mengambil sampel pada kedalaman tertentu, disediakan botol tertutup yang dapat membuka bila sampai pada kedalaman yang dikehendaki. Cara lain adalah dengan menggunakan jenis pompa yang menghisap, kemudian menekan sampel melalui pipa masuk ke botol sampel (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

Sampel sebaiknya atau pada umumnya harus mengisi botol pengambilan hingga penuh dan botol tersebut harus ditutup dengan baik untuk menghindarkan kontak dengan udara. Salah satu pengawetan sampel yang umum adalah dengan suasana dingin (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984).

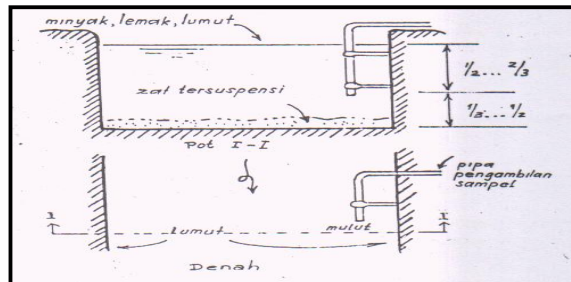
2.2.3 Pemilihan Titik Pengambilan Sampel

Kecepatan aliran dalam sungai, saluran dan sebagainya tidaklah merata, di dalam danau dan kolam, sifat-sifat air pun tidak homogen, tetapi berada dalam lapisan-lapisan dengan sifat yang berbeda. Maka titik pengambilan sampel harus dipilih agar supaya sampel dapat dianggap mewakili seluruh badan air dan tidak

hanya satu bagian dengan karakteristik yang kebetulan dapat diselidiki (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

Karena setiap keadaan dan situasi berbeda, agak sulit memberi petunjuk yang umum. Di bawah ini beberapa anjuran dalam setiap pengambilan sampel antara lain (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984) :

- Bila sampel diambil dari saluran, sungai dan sebagainya yang kedalamannya tidak lebih dari 5 meter, dan airannya cukup turbulen bagi air tersebut untuk menjadi homogen, sampel sebaiknya diambil kira-kira $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ tinggi penampang basah dari bawah permukaan air. Dekat dengan dasar sungai mengandung terlalu banyak zat tersuspensi yang mengendap atau yang dapat tergerus oleh aliran air. Dekat lapisan permukaan air, ada resiko bahwa lapisan tersebut mengandung banyak zat yang ringan seperti lumut, minyak dan lemak, dan sebagainya. Sampel tidak boleh diambil terlalu dekat dengan tepi penampang sungai atau tepi saluran yang tidak diplester dengan baik karena air didaerah tersebut kurang mewakili seluruh badan air, namun untuk saluran yang diplester dengan baik sampel dapat diambil ± 10 cm dari tepi saluran.

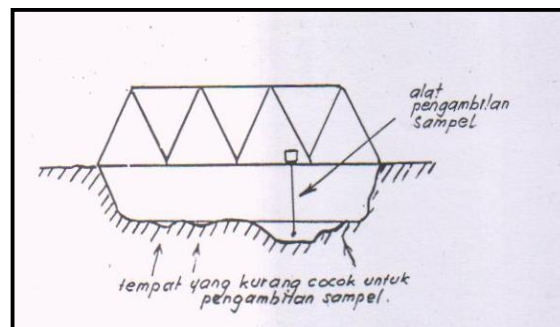


Gambar 2.1 Cara Pengambilan Sampel Yang Mewakili Air Dalam Sungai, Saluran, dan sebagainya

(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

- Bila sampel diambil dari saluran atau sungai yang terdiri dari aliran-aliran yang terpisah, misalnya pada musim kering, sampel harus diambil dari aliran bagian yang paling besar dan dianggap bersifat sama dengan keadaan asli air sungai tersebut. Bila penampang sungai tidak teratur

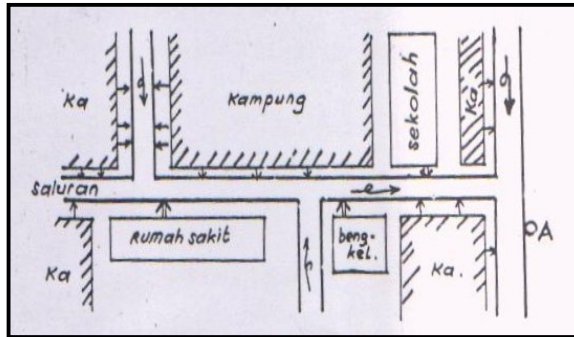
(irregular) sampel harus diambil (bila mungkin) ditengah aliran utama, yaitu di mana tinggi penampang basah terbesar dan alirannya tidak terganggu. Pengambilan sampel bisa dilakukan dari jembatan, perahu dan sebagainya.



Gambar 2.2 Cara Pengambilan Sampel Di Sungai Dengan Beberapa Aliran

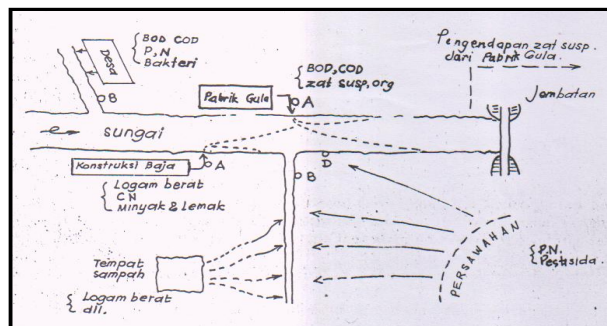
(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

- Bila sampel diambil dari saluran atau anak sungai yang bermuara di dalam sungai maupun laut, harus diingat bahwa tinggi permukaan sungai atau laut tersebut dapat berubah pada waktu hujan atau air pasang. Pada saat itu, air sungai atau air laut masuk ke dalam anak-anak sungai sehingga sifat-sifat air dalam anak sungai dipengaruhi oleh induk sungai atau air laut. Sifat air di anak sungai pada saat itu sebenarnya merupakan campuran dari air anak sungai dan air sungai atau laut. Untuk menghindari hal tersebut, titik pengambilan sampel harus cukup jauh dari muara, di mana aliran anak sungai atau saluran tidak terganggu (pada gambar 2.3 titik B adalah titik pengambilan sampel dan titik A adalah anak sungai yang terganggu perubahan tinggi permukaannya).



Gambar 2.3 Pengambilan Sampel di Daerah Perkotaan

(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)



Gambar 2.4 Pengambilan Sampel di Daerah Industri

(Sumber : Alaerts dan Santika, 1984)

2.2.4 Frekuensi Pengambilan Sampel

Frekuensi pengambilan sampel antara lain sebagai berikut (Sumber : Alaerts dan Santika, 1984) :

a) Sampel sesaat (*grab sample*)

Merupakan volume sampel yang diambil langsung dari badan air yang sedang diteliti

b) Sampel sesaat tersusun (*integrated sample*)

Apabila badan air pada titik pengambilan sampel terdiri dari aliran bagian, maka sampel terususun dimaksudkan mewakili seluruh badan air akan terdiri dari sampel bagian.

c) Sampel campuran (*composite sample*)

Dimaksudkan untuk mewakili secara merata perubahan parameter badan air yang sedang diteliti selama masa yang cukup panjang, secara mendetail dengan pekerjaan yang terbatas.

2.3 Sumber Air Minum

Berdasarkan Totok, Sutrisno (2010), sumber air merupakan salah satu komponen utama yang ada pada suatu sistem penyediaan air bersih. Berikut macam-macam sumber air yang dapat dimanfaatkan.

2.3.1 Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri dan lainnya. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa.

2.3.2 Air Laut

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3% dengan keadaan ini maka air laut tidak memenuhi syarat untuk diminum.

2.3.3 Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada dibawah permukaan tanah didalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah terbagi atas air tanah dalam dan air tanah dangkal. Air tanah dangkal terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah.

2.4 Pengertian Filtrasi

Proses filtrasi merupakan bagian yang cukup penting untuk proses pengolahan air. Beberapa pengertian filtrasi antara lain:

1. Filtrasi adalah proses pemisahan antara padatan/koloid dengan cairan. (Sumber : Kusnaedi, 2010)
2. Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid (Sumber : Masduqi dan Slamet, 2002).

2.5. Roughing Filter

Roughing Filter merupakan salah satu jenis pengolahan pendahuluan yang paling umum dipakai untuk penyediaan air minum. Roughing filter menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dibandingkan dengan slow filtration maupun rapid filtration, seperti dapat dilihat berikut ini (Sumber : Rooklidge 2002).

- a. *Slow sand filter* $0,15 \text{ mm} < \text{diameter} < 0,35 \text{ mm}$
- b. *Rapid sand filter* $0,50 \text{ mm} < \text{diameter} < 2,0 \text{ mm}$
- c. *Roughing filter* $\text{diameter} > 2,00 \text{ mm}$

Pada dasarnya ada dua jenis *roughing filter* yang dibedakan oleh arah alirannya, yaitu *roughing filter* aliran *vertikal* dan *roughing filter* aliran *horizontal*. Keterbatasan struktural reaktor menyebabkan kedalaman *filterbed* pada *roughing filter* aliran *vertikal* terbatas tetapi memungkinkan kecepatan filtrasi dan kecepatan pencucian yang lebih tinggi. Sedangkan *roughing filter* aliran *horizontal* memungkinkan penggunaan tinggi filter yang tak terbatas tetapi kecepatan filtrasinya lebih rendah dan memerlukan pembersihan media secara manual.

1. *Roughing Filter* Aliran Vertikal

Roughing filter aliran vertikal dibedakan menjadi *roughing filter* aliran keatas (*Upflow*) dan aliran ke bawah (*Downflow*). Rate filtrasi pada grafel *upflow* filter relatif tinggi, mencapai 20 m/jam, karena besarnya rongga pori pada media filter sehingga tidak cepat terjadi *clogging*. Rate *backwashing* yang digunakan rendah karena tidak bermaksud membuat lapisan media tereksansi, tetapi biasanya perlu waktu yang lebih panjang untuk membersihkan gravel (kira-kira 20-30 menit) (Sumber : Galvis, 1998)

2. *Roughing Filter* Aliran Horizontal

Roughing filter aliran *horizontal* adalah proses dimana air mengalir secara *horizontal*. Pada *horizontal roughing filter* memungkinkan penggunaan panjang filter yang tidak terbatas tetapi dengan rate filtrasi *roughing filter* yang rendah dan biasanya pembersihan dilakukan secara manual. (Sumber : Rooklidge, 2002)

2.6. Kriteria Desain *Roughing Filter*

Roughing filter menggunakan media dengan ukuran yang jauh lebih kasar dan rate filtrasi yang lebih besar dibandingkan dengan *slow filtration* maupun *rapid filtration*, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2.1. Perbedaan Antara Roughing Filter, Slow Sand Filter
dan Rapid Sand Filter**

No	Subyek	Slow Sand Filter	Rapid Sand Filter	Roughing Filter
1.	Kekeruhan air baku	< 50 NTU	<30 NTU	20-80 NTU
	Diameter media	0,15-0.35 mm	0,40-0,70 mm	> 2,0 mm
	Kedalaman/ketebalan media	1,0-1,4 m	0,8-1,0 m	2,0-2,5 m
	Kecepatan filtrasi	0,1-0,2 m/jam	4,0-10,0 m/jam	Dapat serendah pada slow sand filter atau lebih tinggi dari pada rapid sand filter
	Pencucian	1-3 bulan sekali	12-72 jam sekali	3-5 bulan sekali
2.	Cara Pencucian	Mencuci media bagian atas (50-80 mm) diluar bak filter	Cara pencucian dengan backwash upflow	Backwash dengan air atau dicampur udara, dan bila perlu media digali, dicuci dan
		100 cm	50-80 cm Menggunakan	

3.	Headloss Underdrain system	Menggunakan sistem lateral manifold. Menggunakan standart bricks	sistem lateral-manifold	dipakai lagi atau diganti < 38 cm
----	-------------------------------	---	-------------------------	--

2.7. Jenis Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga jenis yakni zeolit, gerabah, dan karbon aktif. Ketiga media ini dipilih sebagai media filter karena jenis media ini mudah didapat.

2.7.1 Zeolit

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molecular struktur yang unik dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom silikon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Atom aluminium ini hanya memiliki muatan $3+$, sedangkan silikon sendiri memiliki muatan $4+$. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation. Zeolit juga sering disebut sebagai “molecular sieve”/ “molecular mesh” (saringan molekuler) karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain : mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lambat. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air.

Zeolit mempunyai sifat-sifat kimia diantaranya:

1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit berpengaruh terhadap sifat jerapannya. Keunikan zeolit terletak pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didalam pori-porinya terdapat kation-kation atau molekul air. Bila kation-kation atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong.

2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam Kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar.

Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu, dan jenis anion.

4. Penyaring/pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk ukuran, dan porositas molekul yang disaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan.

2.7.2 Gerabah

Awalnya orang membuat gerabah untuk peralatan rumah tangga, yang kesemuanya terbuat dari tanah liat yang dibakar. Pada perkembangan selanjutnya, kerajinan gerabah ini tidak hanya untuk membuat barang-barang kebutuhan rumah tangga saja, tetapi juga untuk bahan bangunan, seperti bata merah, genteng dan keramik. Tetapi dewasa ini sudah mulai dikenal fungsi baru yaitu gerabah sebagai filter untuk menjernihkan air.

Gerabah yang digunakan untuk menjernihkan air adalah gerabah yang mampu menyerap air yang terdiri dari golongan gerabah yang lunak (baik putih maupun merah) dan golongan bahan untuk bahan bangunan misalnya bata merah, genteng, ubin merah, pipa tanah, dan sebagainya. Selain itu ada lagi barang-barang yang tahan api, seperti bata tahan api, krus-krus penghancur logam, gelas, dan lain-lain. Semua itu dibuat dari bahan yang tahan api. Barang-barang yang menyerap air dari golongan gerabah lunak, terdiri dari bahan kaolin, tanah liat, dan kwarsa, hanya suhu pembakarannya lebih rendah dari porselen, yaitu 900-1200° C. Bahan-bahan untuk barang-barang bangunan dibuat dari tanah liat dan pasir atau semen merah dengan membakarnya sampai suhu 900-1000° C.

Tanah liat yang biasa digunakan untuk pembuatan bata -bata bangunan, periuk belanga dan macam -macam gerabah lainnya adalah *Earthenware Clay* (tanah bata merah). Tanah ini terdapat dimana-mana dan sukar dibakar padat bila tidak dicampur dengan bahan lainnya. Juga termasuk tanah sekunder dan banyak mengandung oksida besi.

Sifat dan keadaan bahan :

- Berbagai macam ada yang plastis, ada juga yang agak rapuh karena banyak pasir.
- Warna bakarnya kuning, jingga, merah, coklat sampai hitam tergantung dari tinggi suhu pembakaran dan banyaknya oksida besi.
- Warna mentahnya merah, coklat, kehijauan, atau abu -abu.

2.7.3. Karbon Aktif (*Activated Carbon*)

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (internal surface), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 m²/gram. Karbon aktif ini mempunyai dua bentuk sesuai ukuran butirannya, yaitu karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular (butiran). Karbon aktif bubuk ukuran diameter butirannya kurang dari atau sama dengan 325 mesh. Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh.

Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan arang adalah 2 x

104 cm² per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar 5 x 10⁶ sampai 15 x 10⁷ cm² per gram . Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonisasi dan proses aktivasi.

Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi, dan meningkatkan penyerapan. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 (dua) cara, yaitu dengan cara aktivasi kimia dan aktivasi fisika.

- Aktivasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktivasi sebelum dipanaskan. Pada proses aktivasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu 600 – 900 °C selama 1 – 2 jam.
 - Aktivasi fisika, yaitu proses menggunakan gas aktivasi misalnya uap air atau CO₂ yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperatur 800 – 1100 °C.
- (http://www.purewatercare.com/karbon_aktif.php)

2.8. Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur 750-950°C dengan mencampurkan CO₂ udara dan uap pada tekanan terkontrol atau dengan penambahan bahan kimia. Aktivasi secara kimia atau “*chemical impregnating agent*” dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida (ZnCl₂), magnesium klorida (MgCl₂), kalsium klorida (CaCl₂), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na₂CO₃), natrium klorida (NaCl), potassium sulfida (K₂S), asam sulfat (H₂SO₄), potassium hidroksida (KOH).

Bahan kimia tersebut ditambahkan pada bahan baku sebelum proses karbonisasi dilakukan. Pengembangan struktur pori yang demikian ini, dilakukan secara internal sebagai akibat adanya reaksi kimia antar bahan baku dengan agen kimia yang digunakan. Zat kimia yang ditambahkan tersebut akan mengikat

karbon yang baru terbentuk dengan gaya adhesi, sehingga bila bahan baku tersebut dicuci baik dengan air maupun asam tetap akan menghasilkan karbon dengan struktur permukaan lebih besar dibandingkan dengan yang sebelumnya (Sumber : Kusnaedi, 2010).

2.9. Parameter-Parameter Air Minum

2.9.1 Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi : tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik.

Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Jadi kekeruhan mempunyai sifat menghamburkan cahaya. Pengukuran kekeruhan air disebabkan pada sifat tersebut, yaitu semakin tinggi intensitas cahaya yang dibaurkan, menunjukkan semakin tinggi kekeruhan air tersebut (Sumber : Alaert dan Santika, 1984).

Metode pengukuran kekeruhan ada beberapa macam antara lain :

- a. Metode *Nephelometrik* (Unit Kekeruhan Nephelometrik)
- b. Metode *Hellige Turbidimetri* (Unit Kekeruhan Silica)
- c. Metode *Visuil* (Unit Kekeruhan Jackson)

2.9.2 Kesadahan

Pelunakan adalah penghapusan ion-ion tertentu yang ada dalam air dan dapat bereaksi dengan zat-zat lain hingga distribusi air dan penggunaannya terganggu.

Kesadahan dalam air terutama disebabkan oleh ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , juga oleh Mn^{2+} , Fe^{2+} dan semua kation yang bermuatan dua. Air yang

kesadahan tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur, dari mana Ca^{2+} dan Mg^{2+} berasal.

Air sadah mengakibatkan konsumsi sabun lebih tinggi, karena adanya hubungan kimiawi antara ion kesadahan dengan molekul sabun menyebabkan sifat detergen sabun hilang. (Sumber : Alaert dan Santika, 1984).

2.10 Metode Pengolahan Data

Data adalah hasil pengukuran atau pengamatan yang dikumpulkan, berupa angka-angka atau besaran-besaran atau fakta-fakta atau pernyataan-pernyataan yang menggambarkan perbedaan atau persamaan suatu individu atau obyek yang lain berdasarkan karakteristiknya.

2.10.1. Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. (Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006)

2.10.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan

berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha .$$

untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.
2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.10.3 Analisis Regresi

Analisa regresi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi terdapat uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor. Dalam uji t untuk signifikansi koefisien dengan variabel bebas/prediktor terdapat :

Hipotesis

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Pengambilan keputusan

Untuk nilai t, berdasarkan pada perbandingan t hitung dengan t tabel

- Jika statistik hitung (angka *t output*) $>$ statistik tabel (*t tabel*), H_0 ditolak.
- Jika statistik hitung (angka *t output*) $<$ statistik tabel (*t tabel*), H_0 diterima

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

2.10.4 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal.

(Sumber : Iriawan dan Astuti, 2006).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium untuk menentukan efisiensi filter dengan media zeolit, gerabah, karbon aktif dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.3. Variabel Penelitian

a. Variabel respon (y) :

1. Kekeruhan (NTU)
2. Kesadahan (mg/l)

Parameter tersebut adalah parameter wajib pada kualitas air minum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang Persyaratan kualitas air minum.

b. Variabel prediktor (x) :

1. Variasi tinggi media antara zeolit, gerabah, karbon aktif
 - tinggi 30 cm zeolit : 35 cm gerabah: 35 cm karbon aktif (P1)
 - tinggi 35 cm zeolit: 30 cm gerabah: 35 cm karbon aktif (P2)
 - tinggi 40 cm zeolit: 40 cm gerabah: 20 cm karbon aktif (P3).
2. Variasi waktu operasional *roughing filter*
 - a. Pengambilan pertama

Pengambilan sampel saat efluent keluar pertama kali

b. Pengambilan kedua

Pengambilan sampel setelah 2 hari dari pengambilan pertama

c. Pengambilan ketiga

Pengambilan sampel setelah 4 hari dari pengambilan pertama.

d. Pengambilan keempat

Pengambilan sampel setelah 6 hari dari pengambilan pertama.

e. Pengambilan kelima

Pengambilan sampel setelah 8 hari dari pengambilan pertama.

f. Pengambilan keenam

Pengambilan sampel setelah 10 hari dari pengambilan pertama.

Waktu pengambilan sampel dilakukan secara kontinyu selama waktu yang telah ditentukan.

3. Debit air

Debit air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,2 l/menit.

Perhitungan debit didasarkan pada volume reaktor yang akan digunakan yaitu $p \times l \times t$.

(Sumber : Hasil perhitungan).

4. Diameter media

Diameter media yang digunakan dalam penelitian ini 6 mm. Karena untuk ukuran diameter roughing filter itu sendiri > 2 mm. Sedangkan pada *Slow sand filter* 0,15-0,35 mm, pada *Rapid sand Filter* 0,40-0,70 mm.

(Sumber : Rooklidge, 2002).

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

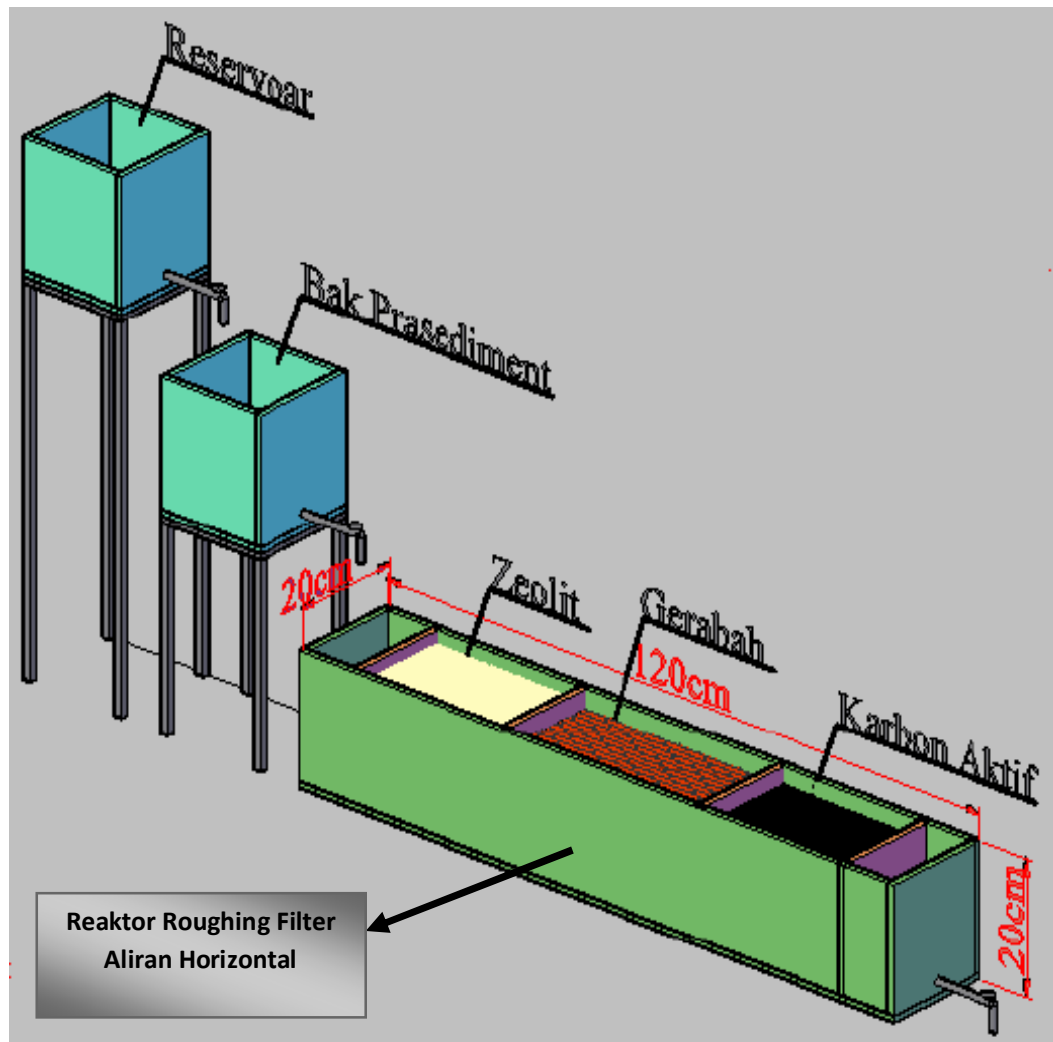
3.4.1 Sampel Air

Sampel air yang digunakan diambil dari sungai Brantas Daerah Dinoyo Kota Malang.

3.4.2 Alat

- a. Bak plastik besar 3 buah yang digunakan sebagai bak penampung air, dan bak penampung *effluent*.
- b. Keran air digunakan untuk mengatur air yang keluar dari bak pengatur debit.
- c. Bak prasediment
- d. Bak *Roughing Filter* aliran *Horizontal* ($h = 20$ cm), digunakan sebagai tempat media filter.
- e. Pipa PVC $\frac{1}{2}$ inci digunakan untuk menyalurkan air dari bak penampung influent ke bak *prasediment* selanjutnya mengalir ke bak roughing filter aliran horizontal.
- f. Oven digunakan untuk mengeringkan media setelah pencucian sebelum digunakan.
- g. Reaktor *Roughing Filter* Aliran *Horizontal*, terbuat dari kaca dengan ukuran:
 - Panjang : 120 cm
 - Lebar : 20 cm
 - Tinggi : 20 cm

Desain reaktor *Roughing filter* aliran *Horizontal* dapat dilihat pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Desain Reaktor *Roughing Filter* Aliran Horizontal

3.4.3 Bahan

- Zeolit
- Gerabah
- Karbon aktif

3.5 Tahapan Penelitian

3.5.1 Analisa Pendahuluan

Pada awal penelitian dilakukan analisa pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal sungai yang akan diolah. Parameter tinjauan yang akan diuji adalah kekeruhan dan kesadahan.

3.5.2 Persiapan alat

- a. Menyiapkan alat *roughing filter* aliran *horizontal* dengan skala laboratorium. Bak *Horizontal Roughing Filter* terbuat dari kaca dengan tinggi 20 cm, lebar 20 cm dan panjang 120 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter.
- b. Menyiapkan dua buah ember plastik yang masing-masing telah diberi lubang untuk pipa.
- c. Ember yang pertama digunakan sebagai bak penampung air sampel/influent. Ember yang kedua digunakan sebagai penampung effluent/ hasil filtrasi.
- d. Memotong pipa PVC ½” yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu yaitu dari bak penampung *influent* ke bak *Horizontal Roughing Filter* selanjutnya mengalir ke bak penampung *effluent*.
- e. Mengatur debit air yang keluar dari bak penampung air dengan keran.
- f. Untuk mengatur air yang keluar dari bak penampung air diberi keran.
- g. Cara untuk mengatur besarnya debit yaitu dengan mengatur besarnya bukaan stop kran menuju *roughing filter* dengan menggunakan gelas ukur dan stopwatch. Caranya adalah mengukur waktu yang diperlukan untuk menampung air sebanyak 0,2 liter pada gelas ukur untuk debit 0,2 l/menit maka diperlukan waktu 60 detik.

3.5.3 Menyiapan media filter

Media filter yang disiapkan pada penelitian ini adalah media zeolit, gerabah dan karbon aktif sebagai berikut :

- a. Zeolit, gerabah, dan karbon aktif di pecah.
- b. Mengayak dengan diameter 4-6 mm
- c. Mencuci sampai bersih.
- d. Saring dan cuci dengan aquadest, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 20 menit.

3.5.4 Aktivasi

Proses aktivasi dilakukan dengan cara pemanasan pada temperatur 750-950°C dengan mencampurkan CO₂ udara dan uap pada tekanan terkontrol atau dengan penambahan bahan kimia. Aktivasi secara kimia atau “*chemical impregnating agent*” dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau bahan pengaktif seperti seng klorida (ZnCl₂), magnesium klorida (MgCl₂), kalsium klorida (CaCl₂), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na₂CO₃), natrium klorida (NaCl), potassium sulfida (K₂S), asam sulfat (H₂SO₄), potassium hidroksida (KOH).

Bahan kimia tersebut ditambahkan pada bahan baku sebelum proses karbonisasi dilakukan. Pengembangan struktur pori yang demikian ini, dilakukan secara internal sebagai akibat adanya reaksi kimia antar bahan baku dengan agen kimia yang digunakan. Zat kimia yang ditambahkan tersebut akan mengikat karbon yang baru terbentuk dengan gaya adhesi, sehingga bila bahan baku tersebut dicuci baik dengan air maupun asam tetap akan menghasilkan karbon dengan struktur permukaan lebih besar dibandingkan dengan yang sebelumnya. (Sumber : Kusnaedi, 2010).

Media yang diaktivasi pada penelitian ini yakni media zeolit dan gerabah. Kedua media tersebut pertama-tama dicuci sampai bersih menggunakan aquadest dan disaring kemudian di oven pada suhu 105 °C selama 20 menit.

3.5.5 Pengoperasian alat dan Mekanisme Penelitian

Setelah media filter dan alat *roughing filter* telah dipersiapkan, dilanjutkan dengan pengoperasian alat dengan mekanisme sebagai berikut :

- a. Bak *roughing filter* aliran *horizontal* diisi dengan media filter, bagian pertama diisi dengan media zeolit, dilanjutkan dengan gerabah, dan karbon aktif dengan ketinggian pada masing-masing bak *roughing filter* P1, P2, dan P3 dan ukuran diameter media 6 mm.
- b. Air sampel dialirkan dari bak penampung air menuju bak *roughing filter* aliran *horizontal* yang telah diisi media.
- c. Air keluar dari bak *roughing filter* kemudian ditampung dalam bak penampungan/*effluent* dan siap untuk dianalisa.
- d. Melakukan hal yang sama seperti prosedur b, c, dan d dengan mengganti media dan variasi panjang media.
- e. Air yang telah mengalami filtrasi diambil secukupnya untuk dianalisa.

3.6 Analisis Parameter Uji

Analisis parameter uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis kekeruhan dan analisis kesadahan.

3.6.1 Analisis Kekeruhan

Analisis parameter kekeruhan dilakukan dengan alat Orbeco-Hellige Turbidimetri. Prinsip pengukuran dengan cara ini adalah dengan membandingkan antara slika dengan sampel air untuk mengukur kekeruhan terhadap lima kurva standart. Kelebihannya semakin besar batas skala pembacaan pada kurva makin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan makin tinggi pula kekeruhannya.

3.6.2 Analisis Kesadahan

Metode yang digunakan untuk analisis kesadahan adalah metode titrasi dengan prinsip larutan yang mengandung Ca dan Mg dapat bereaksi dengan larutan EDTA membentuk senyawa kompleks Ca dan Mg-EDTA pada pH 10. Ca dan Mg yang ada dalam larutan sampel air sungai di titrasi dengan larutan EDTA yang menggunakan indikator EBT. Kadar Mg di hitung berdasarkan selisih kadar Ca dan Mg dengan kadar Ca yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

3.6.3 Analisis Data

a. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gejala dan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

b. Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

c. Analisis Regresi

Analisa regresi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data. Pada analisis regresi

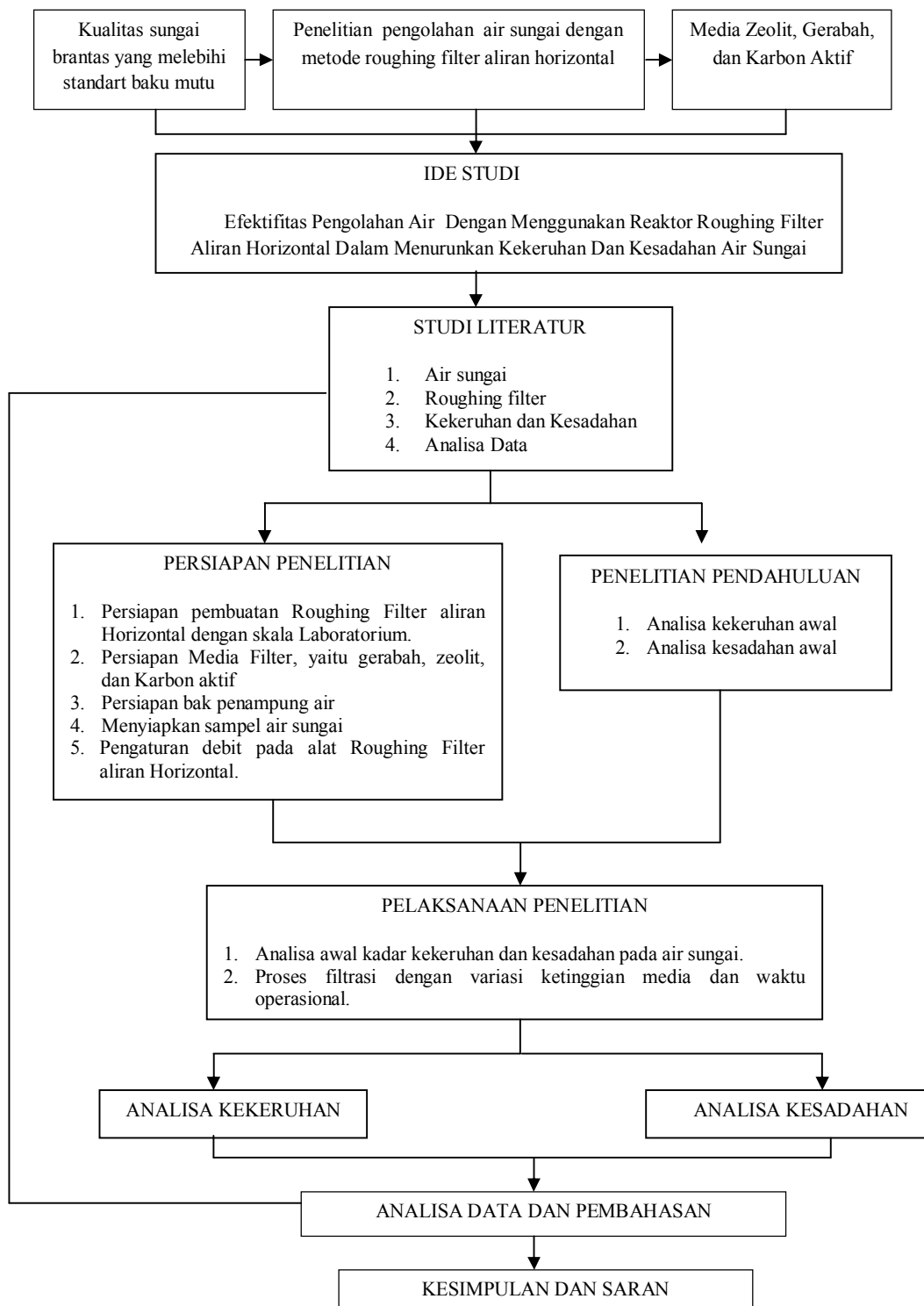
terdapat uji t untuk menguji signifikansi konstanta dengan variabel bebas/prediktor.

d. Analisis Varian

Analisis Varian atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal. Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal. Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam prosentase penyisihan kekeruhan, maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA dua faktor atau desain faktorial. Analisis ANOVA ini akan menguji apakah semua perlakuan mempunyai rata-rata (mean) yang sama.

3.7 Kerangka Penelitian

Kerangka acuan penelitian dibuat untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian. Dari latar belakang yang mendasari pemikiran untuk melakukan penelitian tentang pemakaian zeolit, gerabah, dan karbon aktif sebagai media pada *roughing filter* aliran *horizontal* dalam menurunkan kadar kekeruhan, dan kesadahan pada air sungai. Maka dibuat kerangka penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Awal Air Sungai Brantas Kota Malang Sebelum melalui Proses Pengolahan

Kondisi sungai Brantas Kota Malang yang ditinjau dari keadaan fisik air terlihat keruh kecoklatan. Banyak sampah yang ikut terbawa arus sungai. Sedimen yang banyak akibat dari timbunan sampah dan bau yang tidak sedap. Berdasarkan observasi visual yang dilihat dari permasalahan tersebut perlu adanya penelitian untuk mengetahui karakteristik awal kadar kekeruhan dan kesadahan sungai Brantas Kota Malang.

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik awal kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas yang akan digunakan sebagai sampel yang diolah pada reaktor. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air sungai Brantas Kota Malang yang terdapat pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1

Konsentrasi Awal Parameter Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai

No.	Parameter	Hasil*)	Baku Mutu**)	Satuan
1.	Kekeruhan	60	5	NTU
2.	Kesadahan	520	500	mg/l

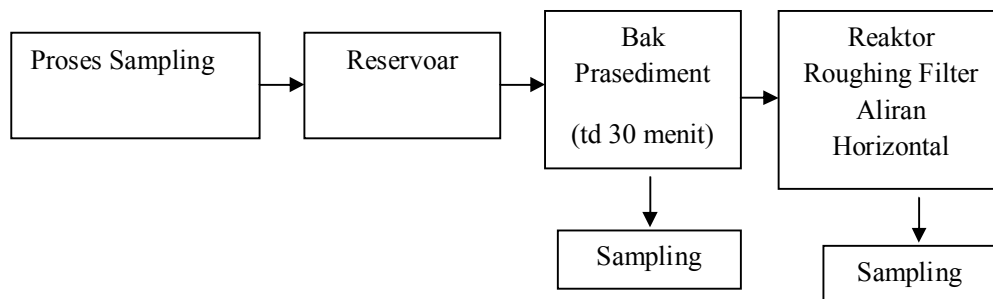
Sumber : *) Analisa Peneliti

**) Kep. Menkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Dari hasil analisa pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa kualitas air sungai Brantas tidak memenuhi standar kualitas Baku Mutu air minum (Kep. Menkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010). Konsentrasi kekeruhan maksimum yang diperbolehkan sebesar 5 NTU dan konsentrasi kesadahan maksimum yang diperbolehkan sebesar 500 mg/l. Sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kekeruhan dan kesadahan pada air sungai Brantas Kota Malang. Proses pengolahan yang menggunakan metode *Roughing Filter* dengan menggunakan media zeolit, gerabah dan karbon aktif, aliran yang di pakai adalah aliran horizontal.

4.2 Tinjauan Karakteristik Air Sungai Brantas Setelah Proses Pengolahan

4.2.1 Skema Proses Pengolahan



Gambar 4.1 Skema Proses Pengolahan

Dilihat pada gambar 4.1 skema proses pengolahan, proses sampling di lakukan pada pagi hari sampel hasil sampling kemudian dimasukkan kedalam reservoir setelah itu dialirkan menuju bak prasedimentasi (td 30 menit), bak prasedimentasi bertujuan untuk mengendapkan partikel-partikel diskrit untuk mengurangi beban pada reaktor roughing filter, kemudian air diambil untuk dianalisa konsentrasi kekeruhan dan kesadahannya, kemudian dialirkan menuju reaktor roughing filter aliran horizontal air yang diolah kemudian diambil untuk dianalisa sesuai waktu operasional yang ditentukan.

Media penyaring yang digunakan yaitu terdiri dari zeolit, gerabah, dan karbon aktif. Variasi panjang media yang digunakan yaitu:

Reaktor I = zeolit 30 cm : gerabah 35 cm : Karbon aktif 35 cm, Reaktor II = zeolit 35 cm : gerabah 30 cm : karbon aktif 35 cm, Reaktor III = zeolit 40 cm : gerabah 40 cm : karbon aktif 20 cm.

Adapun variasi waktu operasional yang digunakan yaitu 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari merupakan variasi waktu operasional setelah melalui proses filtrasi *roughing filter* aliran *horizontal*. Variasi ketinggian media dan waktu operasional bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat efektivitas filtrasi dari *roughing filter* aliran *horizontal* jika melalui media filter yang digunakan.

Analisis persentase penurunan kekeruhan dan kesadahan pada setiap variasinya digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Pada proses pengolahan bak prasediment waktu detensi 30 menit konsentrasi parameter kekeruhan dan kesadahan dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2

Konsentrasi Parameter Kekeruhan dan Kesadahan Pada Bak Prasediment

Parameter	Bak Prasediment	Konsentrasi
Kekeruhan	Prasediment Reaktor 1	57.66 NTU
	Prasediment Reaktor 2	57.33 NTU
	Prasediment Reaktor 3	57 NTU
Kesadahan	Prasediment Reaktor 1	484,66 mg/l
	Prasediment Reaktor 2	485 mg/l
	Prasediment Reaktor 3	484 mg/l

Sumber : Hasil penelitian

Besarnya persentase penurunan kekeruhan dan kesadahan pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada tabel 4.3, 4.4 dan 4.5 dan 4.6, 4.7 dan 4.8

Tabel 4.3 Konsentrasi dan persentase Kekeruhan Setelah Proses Pengolahan Reaktor I

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (NTU)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)	Persentase Penyisihan Kekeruhan (%)
Reaktor I	0	57.66	52	9.82
	2	57.66	44.33	23.11
	4	57.66	36.03	37.51
	6	57.66	22	61.85
	8	57.66	7.96	86.18
	10	57.66	25.66	55.49

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan

Tabel 4.4 Konsentrasi dan persentase Kekeruhan Setelah Proses Pengolahan Reaktor II

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (NTU)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)	Persentase Penyisihan Kekeruhan (%)
Reaktor II	0	57.33	50.66	12.20
	2	57.33	43.66	24.27
	4	57.33	34.66	39.88
	6	57.33	20.33	64.74
	8	57.33	5.5	90.46
	10	57.33	25.33	56.06

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan

Tabel 4.5 Konsentrasi dan persentase Kekeruhan Setelah Proses Pengolahan

Reaktor III

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (NTU)	Konsentrasi Akhir Kekeruhan (NTU)	Persentase Penyisihan Kekeruhan (%)
Reaktor III	0	57	49.33	14.61
	2	57	41.33	28.32
	4	57	33.06	42.65
	6	57	19.33	66.47
	8	57	4.76	91.73
	10	57	23.66	58.95

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.3 , 4.4 dan 4.5 didapatkan persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada masing-masing reaktor uji adalah 9.82% - 86.18% pada reaktor uji I, 12.20% - 90.46% pada reaktor uji II dan 14.61% - 91.73% pada reaktor uji III.

Tabel 4.6 Konsentrasi dan persentase Kesadahan Setelah Proses Pengolahan**Reaktor I**

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir Kesadahan (mg/l)	Persentase Penyisihan Kesadahan (%)
Reaktor I	0	484.66	393.33	18.84
	2	484.66	360.33	25.65
	4	484.66	321	33.77
	6	484.66	246	49.24
	8	484.66	164	66.16
	10	484.66	235	51.51

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan

Tabel 4.7 Konsentrasi dan persentase Kesadahan Setelah Proses Pengolahan**Reaktor II**

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir Kesadahan (mg/l)	Persentase Penyisihan Kesadahan (%)
Reaktor II	0	485	370	23.64
	2	485	351.66	27.44
	4	485	284	41.40
	6	485	180	62.86
	8	485	137	71.73
	10	485	190.33	60.73

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Tabel 4.8 Konsentrasi dan persentase Kesadahan Setelah Proses Pengolahan

Reaktor III

Variasi Media	Waktu (hari)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir Kesadahan (mg/l)	Persentase Penyisihan Kesadahan (%)
Reaktor III	0	484	355	26.79
	2	484	344.66	29.09
	4	484	271	44.08
	6	484	164	66.16
	8	484	124	74.42
	10	484	175	63.89

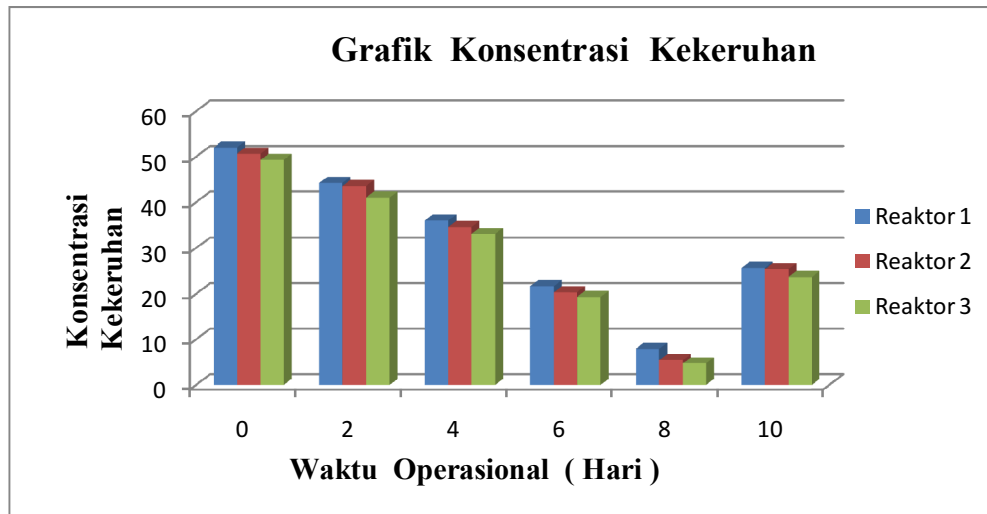
Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Berdasarkan tabel 4.6 , 4.7 dan 4.8 didapatkan persentase penurunan konsentrasi kesadahan pada masing-masing reaktor uji adalah 18.84% - 66.16% pada reaktor uji I, 23.64% - 71.73% pada reaktor uji II dan 26.79% - 74.42% pada reaktor uji III.

4.3. Analisis Deskriptif Penurunan Parameter Kekeruhan dan Kesadahan

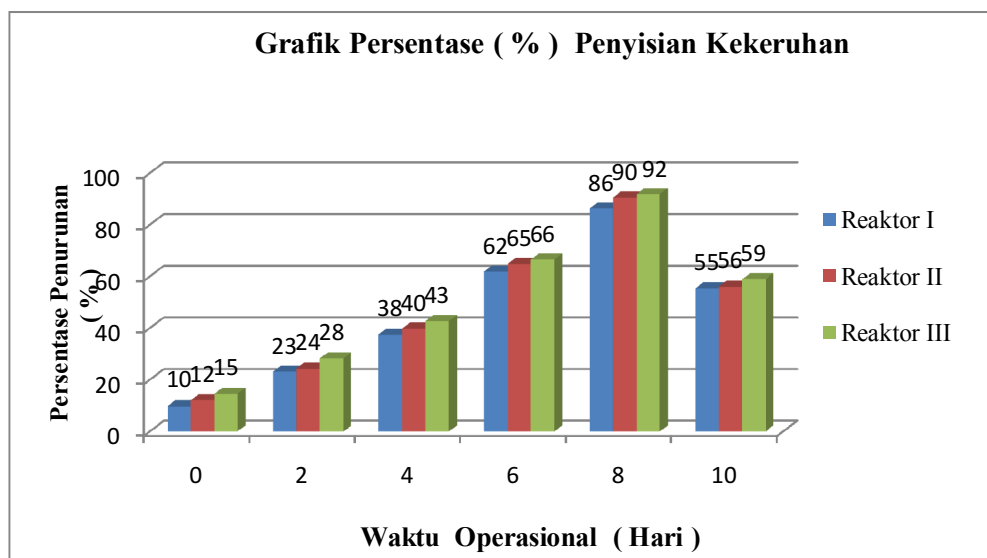
4.3.1. Penurunan Parameter Kekeruhan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit, gerabah, dan karbon aktif sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir kekeruhan pada masing-masing reaktor uji pada Tabel 4.3, 4.4 dan 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir kekeruhan pada Gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Konsentrasi Akhir Kekeruhan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit, gerabah, dan karbon aktif sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada masing-masing reaktor uji pada Tabel 4.3, 4.4 dan 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah Grafik persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada Gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 Persentase penyisihan konsentrasi kekeruhan

1. Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Reaktor I

Berdasarkan Tabel 4.3 dan gambar 4.2 konsentrasi kekeruhan akhir yang terendah pada waktu 8 hari sebesar 7,96 NTU, sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar pada waktu Operasional 0 hari sebesar 52 NTU. Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 86.18 % pada waktu operasional 8 hari, sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 9.82 % pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.3 dapat dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kekeruhan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kekeruhan sebesar 13% antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 14 % antara waktu operasional 2 hari dan 4 hari, 23 % antara waktu operasional 4 hari dan 6 hari, 24 % antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 30 % antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

2. Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Reaktor II

Berdasarkan Tabel 4.4 dan gambar 4.2 konsentrasi akhir kekeruhan yang terendah terjadi pada waktu operasional 8 hari sebesar 5,5 NTU, sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar pada waktu operasional 0 hari sebesar 50,66 NTU. Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.3 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 90.46 % pada waktu operasional 8 hari, sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 12.20 % pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.3 dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kekeruhan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kekeruhan sebesar 12 % antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 15 % antara waktu operasional 2 hari dan 4 hari, 24 % antara waktu

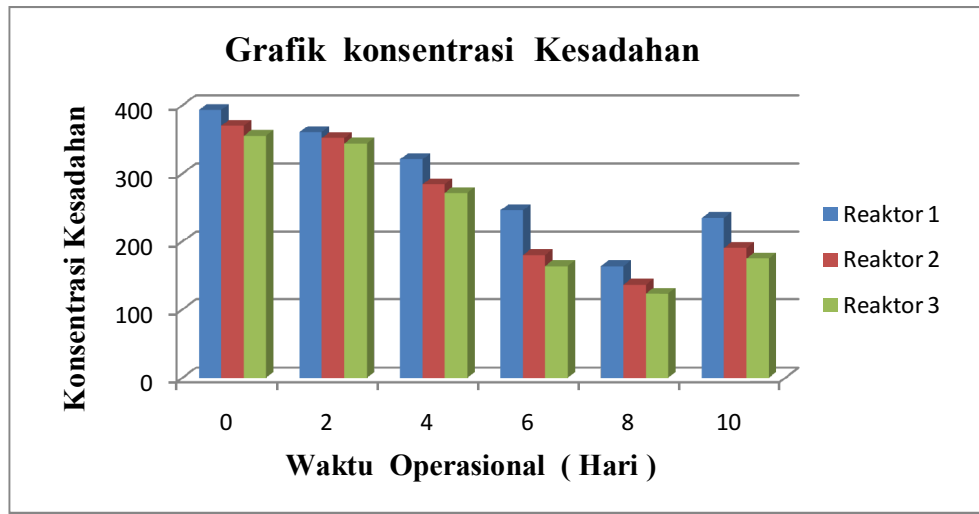
operasional 4 hari dan 6 hari, 25 % antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 34 % antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

3. Penurunan Konsentrasi Kekeruhan Pada Reaktor III

Berdasarkan Tabel 4.5 dan gambar 4.2 konsentrasi akhir kekeruhan yang terendah terjadi pada waktu operasional 8 hari sebesar 4,76 NTU, sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan terbesar pada waktu operasional 0 hari sebesar 49,33 NTU. Berdasarkan Tabel 4.5 dan Gambar 4.3 persentase penurunan kekeruhan terbesar adalah 91.73 % pada waktu operasional 8 hari, sedangkan persentase penurunan kekeruhan terendah adalah 14.61 % pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.3 dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kekeruhan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kekeruhan sebesar 13 % antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 14 % antara waktu operasional 2 hari dan 4 hari, 21 % antara waktu operasional 4 hari dan 6 hari, 25 % antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 32 % antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

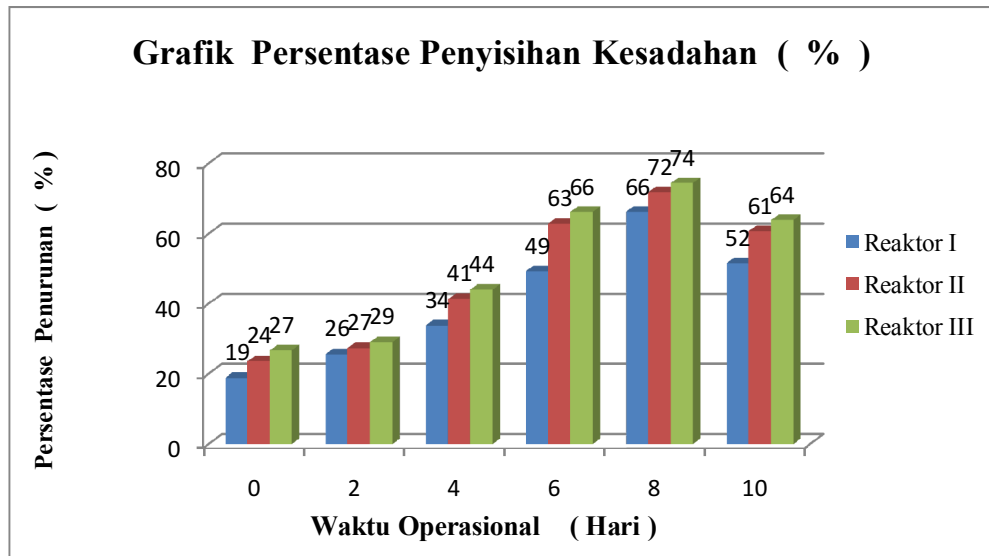
4.3.2. Penurunan Parameter Kesadahan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit, gerabah, dan karbon aktif sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data konsentrasi akhir kekeruhan pada masing-masing reaktor uji pada Tabel 4.6, 4.7 dan 4.8 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik konsentrasi akhir kekeruhan pada Gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4 Konsentrasi Akhir Kesadahan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit, gerabah, dan karbon aktif sebagai media filtrasi pada *roughing filter* aliran *horizontal* mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang bervariasi. Berdasarkan data persentase penurunan konsentrasi kekeruhan pada masing-masing reaktor uji pada Tabel 4.6, 4.7 dan 4.8 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penurunan konsentrasi kesadahan pada Gambar 4.5 berikut ini:



Gambar 4.5 Persentase penurunan konsentrasi kesadahan

1. Penurunan Konsentrasi Kesadahan Pada Reaktor I

Berdasarkan tabel 4.6 dan gambar 4.4 parameter akhir kesadahan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 hari sebesar 164 mg/l, sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari sebesar 393.33 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.5 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 66.16 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 18.84 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.5 dapat dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kesadahan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kesadahan sebesar 6 % antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 12 % antara waktu operasional 2 hari dan 4 hari, 15 % antara waktu operasional 4 hari dan 6 hari, 16 % antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 14 % antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

2. Penurunan Konsentrasi Kesadahan Pada Reaktor II

Berdasarkan tabel 4.7 dan gambar 4.4 parameter akhir kesadahan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 hari sebesar 137 mg/l, sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari sebesar 370 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.7 dan Gambar 4.5 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 71.73 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 23.64 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.5 dapat dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kesadahan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kesadahan sebesar 3% antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 13% antara waktu operasional 2 hari dan 4 hari, 20% antara waktu operasional 4 hari dan 6 hari, 9% antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 11% antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

3. Penurunan Konsentrasi Kesadahan Pada Reaktor III

Berdasarkan tabel 4.8 dan gambar 4.4 parameter akhir kesadahan yang terendah terjadi saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 hari sebesar 124 mg/l, sedangkan parameter akhir kesadahan terbesar saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari sebesar 355 mg/l. Berdasarkan Tabel 4.8 dan Gambar 4.2 persentase penurunan kesadahan terbesar adalah 74.42 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 8 jam, sedangkan persentase penurunan kesadahan terendah adalah 26.79 % saat pengambilan sampel pada waktu operasional 0 hari. Dari gambar grafik 4.5 dapat dilihat kemampuan penurunan konsentrasi pada setiap jenjang waktu operasional 0 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari dan 10 hari yang berbeda. Perbedaan penurunan persentase kesadahan dapat dilihat dari selisih persentase penurunan kesadahan sebesar 2 % antara waktu operasional 0 hari dan 2 hari, 14 % antara waktu operasional 2 hari

dan 4 hari, 22 % antara waktu operasional 4 hari dan 6 hari, 8 % antara waktu operasional 6 hari dan 8 hari dan 10 % antara waktu operasional 8 hari dan 10 hari.

4.4 Analisis Korelasi.

Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel yang diamati.

Analisis korelasi ini juga terdapat hipotesa ada tidaknya korelasi antar variabel, dimana :

Hipotesis

- H_0 : Tidak ada korelasi antara variabel($\rho = 0$)
- H_1 : Korelasi signifikan ($\rho \neq 0$)

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

Pengambilan keputusan

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

4.4.1 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil analisis untuk persentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu operasional dan ketinggian media pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9

Hasil Uji Korelasi Antara Panjang Media, Waktu Operasional (hari), Terhadap Persentase (%) Penurunan Kekeruhan

Correlations: % Penyisihan kekeruhan, Tinggi media (cm), Waktu Operasional (hari)	
	% Penyisihan kek Panjang media (cm
Panjang media (cm	0.076
	0.764

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantitatif adalah korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan:

Berdasarkan tabel 4.9 diketahui bahwa nilai korelasi antara panjang media terhadap penyisihan kekeruhan sebesar 0,076. Artinya hubungan antara panjang media terhadap persentase penyisihan kekeruhan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara panjang media terhadap persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,764 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap panjang media tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar panjang media semakin besar peningkatan persentase penyisihan kekeruhan.

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,837. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap Persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu oprasional terhadap penyisihan kekeruhan sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan kekeruhan terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kekeruhan searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan kekeruhan semakin meningkat.

4.4.2 Analisis Korelasi Untuk Persentase Penyisihan Kesadahan

Hasil analisis untuk persentase penyisihan kesadahan terhadap waktu operasional dan ketinggian media pada reaktor kontinyu dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini:

Tabel 4.10

Hasil Uji Korelasi antara Variasi Panjang Media

dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Persentase (%) Penyisihan

Correlations: %Penyisihan Kesadahan, Panjang media (cm), Waktu Operasional(hari)

	%Penyisihan Kesa	Panjang media (cm)
Panjang media (cm)	0.221	
	0.377	

Keterangan :

Pearson Correlation : Nilai korelasi Pearson (korelasi yang digunakan untuk variabel kuantatif adalah korelasi Pearson)

P-value : Nilai probabilitas (nilai signifikan)

Keputusan:

Berdasarkan tabel 4.10 diketahui bahwa nilai korelasi antara panjang media terhadap penyisihan kekeruhan sebesar 0,221. Artinya hubungan antara panjang media terhadap persentase penyisihan kesadahan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas antara panjang media terhadap persentase penyisihan kesadahan sebesar 0,377 ($>0,05$) maka hipotesis (H_0) diterima. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap panjang media tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang

positif, yang berarti jika semakin besar panjang media semakin besar peningkatan persentase penyisihan kesadahan.

Nilai korelasi antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kesadahan sebesar 0,879. Artinya hubungan antara variasi waktu operasional terhadap Persentase penyisihan kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas variasi waktu oprasional terhadap penyisihan kesadahan sebesar 0,000 ($<0,05$) maka menolak hipotesis (H_0). Artinya nilai persentase penyisihan kesadahan terhadap waktu operasional signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasional terhadap persentase penyisihan kesadahan searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasional maka persentase penyisihan kesadahan semakin meningkat.

4.5 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan atau korelasi data, pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

➤ Uji T yang digunakan untuk signifikansi koefisien dari variabel bebas/prediktor

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 : koefisien regresi tidak signifikan

H_1 : koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingkan T hitung dengan statistik T tabel. Jika statistik T hitung $<$ statistik T tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik T hitung $>$ statistik T tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

4.5.1 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil uji regresi persentase penyisihan kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.11, sebagai berikut:

Tabel 4.11

Hasil Uji Regresi Antara Panjang Media, Waktu Operasional (hari), Terhadap Persentase (%) Penurunan Kekeruhan

Regression Analysis: % Penyisihan versus Panjang media, Waktu Operas				
The regression equation is % Penyisihan kekeruhan = 33.8 + 0.479 panjang media (cm) + 6.29 Waktu Operasional				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	33.77	92.62	0.36	0.721
Panjang media (cm)	0.4795	0.8800	0.54	0.594
Waktu Operasional	6.288	1.052	5.98	0.000
S = 15.2423 R-Sq = 70.6% R-Sq(adj) = 66.7%				

Pada tabel 4.11 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model.
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
- T = Nilai statistik.
- P = Nilai probabilitas

Pada tabel 4.11 dapat kita ketahui :

- a) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 33,8 + 0,479 X_1 + 6,29 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan Kekeruhan

X_1 = Variasi ketinggian media

X_2 = Waktu operasional (hari)

Persamaan regresi pada tabel 4.11 dapat disimpulkan :

- ❖ Konstanta sebesar 33,8 yang menyatakan bahwa jika variasi Panjang media dan waktu operasional konstan maka persentase penurunan kekeruhan sebesar 33,8 %
 - ❖ Koefisien regresi sebesar 0,479 untuk variasi panjang media (X_1) menyatakan bahwa setiap panjang media akan menurunkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 0,479 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
 - ❖ Koefisien regresi sebesar 6,29 untuk variasi waktu operasional (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan kekeruhan sebesar 6,29 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- b) Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 70,6 % . Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi kekeruhan dipengaruhi oleh variasi panjang media dan waktu operasional, sedangkan sisanya 3,1 % penurunan penyisihan kekeruhan dipengaruhi oleh faktor lainnya.
- c) Uji T untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas

Keputusan :

- ❖ Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel
Jika statistik T hitung *output* < statistik T tabel, maka menolak H_1 dan menerima H_1 . Jika statistik T hitung *output* > statistik T tabel, maka menolak H_0 dan menerima H_1 . Berdasarkan tabel 4.11 statistik T hitung

output variasi ketinggian dan waktu operasional adalah 0,54 dan 5,98. Jika dibandingkan dengan nilai T tabel sebesar 1,895 (Agus Irianto, 2004) maka nilai T hitung waktu operasional lebih besar dari T tabel ($5,98 > 1,895$), sehingga, menolak H_0 dan menerima H_1 yang berarti koefisien regresi signifikan.

❖ Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada tabel 4.11 nilai probabilitas (P) untuk variasi ketinggian media sebesar 0,594. Sedangkan untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000. Untuk variasi panjang media probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima dan menolak H_1 , sedangkan variasi waktu operasional probabilitasnya $< 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.5.2 Analisis Regresi Untuk Persentase Penyisihan Kesadahan

Hasil uji regresi prosentase penyisihan kesadahan dapat dilihat pada Tabel 4.12, sebagai berikut:

Tabel 4.12

**Hasil Uji Regresi Antara Variasi Panjang Media
dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Persentase (%) Penyisihan
Kesadahan**

Regression Analysis: %Penyisihan versus Tinggi media, Waktu operas				
The regression equation is %Penyisihan kesadahan = 80.6 + 0.988 Panjang media(cm) + 4.68 Waktu operasional(hari)				
Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	80.60	51.20	1.57	0.136
Panjang media(cm)	0.9877	0.4865	2.03	0.060
Waktu operasional(hari)	4.6843	0.5814	8.06	0.000
S = 8.42559 R-Sq = 82.1% R-Sq(adj) = 79.8%				

Pada tabel 4.12 memuat keterangan sebagai berikut :

- S = Standar deviasi model.
- R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
- R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
- T = Nilai statistik.
- P = Nilai probabilitas

Pada tabel 4.12 dapat kita ketahui :

d) Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 80,6 + 0,988X_1 + 4,68X_2$$

Dimana :

Y = Persentase penyisihan Kekerusuhan

X_1 = Variasi ketinggian media

X_2 = Waktu operasional (hari)

Persamaan regresi pada tabel 4.12 dapat disimpulkan :

- ❖ Konstanta sebesar 80,6 yang menyatakan bahwa jika variasi panjang dan waktu operasional konstan maka persentase penurunan kesadahan sebesar 80,6 %
 - ❖ Koefisien regresi sebesar 0,988 untuk variasi panjang media (X_1) menyatakan bahwa setiap panjang media akan menurunkan persentase penyisihan kesadahan sebesar 0,988 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
 - ❖ Koefisien regresi sebesar 4,68 untuk variasi waktu operasional (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu operasional sebesar 2 hari akan meningkatkan persentase penyisihan kesadahan sebesar 4,68 % dengan anggapan variabel lainnya bernilai konstan.
- e) Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) Sebesar 82,1 % . Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi kesadahan dipengaruhi oleh variasi ketinggian media dan waktu operasional,

sedangkan sisanya 3,1 % penurunan penyisihan kesadahan dipengaruhi oleh faktor lainnya.

- f) Uji T untuk menguji signifikan koefisien dan variabel bebas

Keputusan :

- ❖ Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel

Jika statistik T hitung *output* < statistik T tabel, maka menolak H_1 dan menerima H_0 . Jika statistik T hitung *output* > statistik T tabel, maka menolak H_0 dan menerima H_1 . Berdasarkan tabel 4.12 statistik T hitung output variasi panjang dan waktu operasional adalah 2,03 dan 8,06. Jika dibandingkan dengan nilai T tabel sebesar 1,895 (Agus Irianto, 2004) maka nilai T hitung waktu operasional lebih besar dari T tabel (8,06 > 1,895), sehingga, menolak H_0 dan menerima H_1 yang berarti koefisien regresi signifikan.

- ❖ Berdasarkan probabilitas

Terlihat pada tabel 4.12 nilai probabilitas (P) untuk variasi panjang media sebesar 0,060. Sedangkan untuk variasi waktu operasional sebesar 0,000. Untuk variasi ketinggian media probabilitas > 0,05 maka H_0 diterima dan menolak H_1 , sedangkan variasi waktu operasional probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan.

4.6 Analisis Varian (ANOVA) Two-way

Analisis ANOVA ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh panjang media dan waktu operasional terhadap persentase penyisihan kekeruhan. Dalam analisis ANOVA terdapat hipotesis masalah, yaitu :

- $H_0 = 1 = 2 = 3 = 4 = 5 = 6$ (identik)
- $H_1 = 1 \neq 2 \neq 3 \neq 4 \neq 5 \neq 6$ (tidak identik)

Sementara dalam pengambilan keputusan akan didasarkan pada nilai probabilitas dan nilai F hitung, yaitu :

- a. Nilai probabilitas,
 - Jika probabilitas $\geq 0,05$, H_0 diterima
 - Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak
- b. Nilai F hitung,
 - F hitung output $>$ F Tabel, H_0 ditolak
 - F hitung output $<$ F Tabel, H_0 diterima

4.6.1 Analisis Anova Two-Way Untuk Persentase Penyisihan Kekeruhan

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kekeruhan terhadap ketinggian media dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut ini:

Tabel 4.13 Hasil Uji ANOVA Antara Panjang Media

dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Persentase (%) Penyisihan Kekeruhan

Two-way ANOVA: %Penyisihan kekeruhan versus Panjang media (cm), Waktu Operasional(hari)					
Source	DF	SS	MS	F	P
Tinggi media (cm)	2	69,0	34,52	64,80	0,000
Waktu operasional(hari)	5	11781,4	2356,29	4423,10	0,000
Error	10	5,3	0,53		
Total	17	11855,8			
S = 0,7299 R-Sq = 99,96% R-Sq(adj) = 99,92%					

Hasil Tabel 4.13 memuat keterangan sebagai berikut:

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Keputusan :

1. Nilai Probabilitas

Berdasarkan tabel 4.13 nilai probabilitas adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

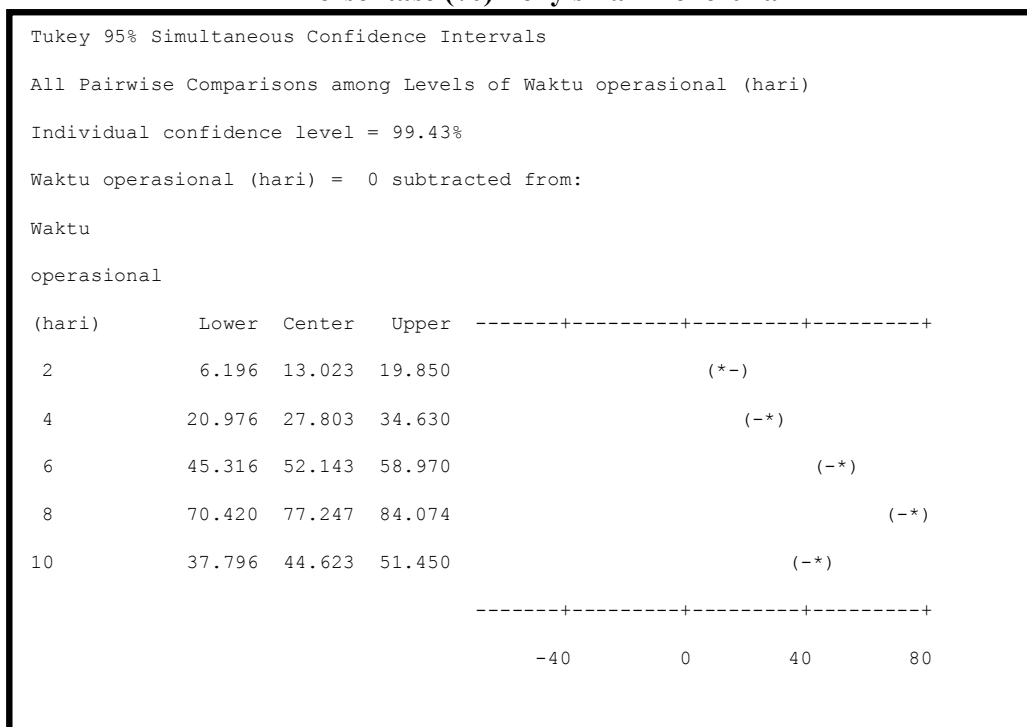
2. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.13, F hitung panjang media adalah 63,95. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 4,35 (Agus Irianto, 2004). Jika nilai F *output* variasi panjang media dan waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara variasi panjang media dan waktu operasional terhadap penyisihan kekeruhan.

Hasil uji beda nyata (*Honestly Significant Difference*) antara waktu operasional dengan persentase penyisihan parameter kekeruhan, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.14 Hasil Uji Tukey antara Waktu Operasional (hari) dengan

Persentase (%) Penyisihan Kekeruhan



Keputusan :

Dari tabel 4.14 diatas menunjukan bahwa nilai waktu operasional terbesar terjadi pada hari ke-8 sebesar 84.074. Artinya bahwa, waktu operasional hari ke-8 memiliki perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) dibandingkan dengan waktu operasional hari ke-0, ke-2, ke-4, dan ke-6 dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan.

4.6.2 Analisis Anova Two-Way Untuk Persentase Penyisihan Kesadahan

Hasil analisis untuk prosentase penyisihan kesadahan terhadap ketinggian media dan waktu operasional dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut ini:

Tabel 4.15

**Hasil Uji ANOVA Antara Panjang Media
dan Waktu Oprasional (hari) Terhadap Persentase (%) Penyisihan
Kesadahan**

Two-way ANOVA: %Penyisihan Kesa versus Panjang Media(cm), Waktu operasional					
Source	DF	SS	MS	F	P
Panjang Media (cm)	2	311.42	155.71	24.75	0.000
Waktu operasional (hari)	5	5591.09	1118.22	177.70	0.000
Error	10	62.93	6.29		
Total	17	5965.44			
S = 2.509 R-Sq = 98.95% R-Sq(adj) = 98.21%					

Hasil Tabel 4.15 memuat keterangan sebagai berikut:

DF = Derajat Bebas

SS = Variasi Residual

MS = Mean Square

F = Nilai Statistik Analisis

P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)

Keputusan :

3. Nilai Probabilitas

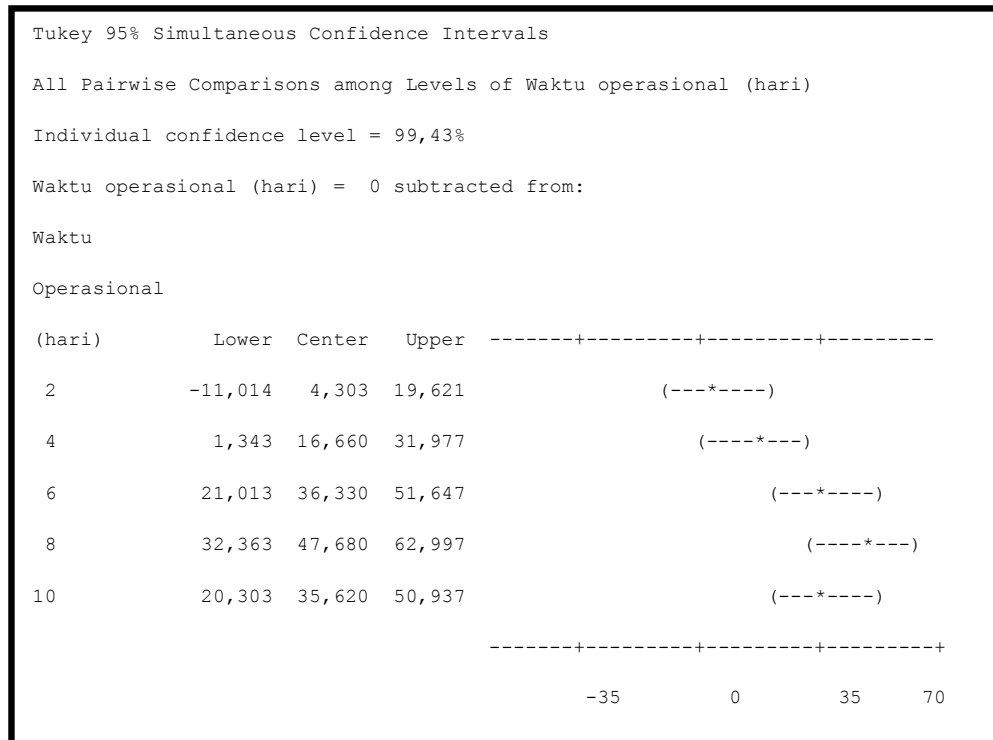
Berdasarkan tabel 4.15 nilai probabilitas adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05, maka kesimpulannya bahwa kedua variasi perlakuan adalah tidak identik.

4. Nilai F

Berdasarkan tabel 4.15, F hitung panjang media adalah 24,75. Jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah sebesar 4,35 (Agus Irianto, 2004). Jika nilai F *output* variasi tinggi media dan waktu operasional dibandingkan dengan nilai F tabel maka nilai F hitung *output* > nilai F tabel maka kesimpulannya bahwa ada perbedaan yang signifikan antara variasi panjang media dan waktu operasional terhadap penyisihan kesadahan.

Hasil uji beda nyata (*Honestly Significant Difference*) antara waktu operasional dengan persentase penyisihan parameter kesadahan, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.16 Hasil Uji Tukey antara Waktu Operasional (hari) Dengan Persentase (%) Penyisihan Kesadahan



Dari tabel 4.16 diatas menunjukan bahwa nilai waktu operasional terbesar terjadi pada hari ke-8 sebesar 62.997. Artinya bahwa, waktu operasional hari ke-8 memiliki perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) dibandingkan dengan waktu operasional hari ke-0, ke-2, ke-4, dan ke-6 dalam menurunkan konsentrasi kesadahan.

4.7 Pembahasan

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan air sungai Brantas Kota Malang dengan menggunakan media zeolit, gerabah, dan karbon aktif pada reaktor roughing filter aliran horizontal mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan dan kesadahan.

4.7.1 Penurunan Konsentrasi Kekeruhan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor *roughing filter* mempunyai kemampuan menurunkan kekeruhan dengan tingkat penurunan yang berbeda. Konsentrasi kekeruhan semakin berkurang seiring dengan lamanya waktu operasional. Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa konsentrasi kekeruhan tertinggi sebesar 4,76 NTU yaitu variasi media reaktor tiga pada waktu operasional 8 jam. Sedangkan konsentrasi kekeruhan terendah sebesar 52 NTU yaitu pada variasi media reaktor satu pada waktu operasional 0 hari. Hal ini disebabkan karena jenis media yang digunakan, panjang media, serta waktu operasional yang mempengaruhi penurunan konsentrasi kekeruhan.

Konsentrasi dan persentase penurunan kekeruhan pada tabel 4.3, 4.4 dan 4.5 menunjukkan bahwa penggunaan media zeolit, gerabah dan karbon aktif terbukti mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan. Kemampuan penurunan konsentrasi kekeruhan melalui roughing filter sebesar 86,16 % (reaktor 1), 90,46 % (reaktor 2) dan 91,73% (reaktor 3). Hal ini lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Rahman (2012), yaitu sebesar 71,17% yang memakai perbandingan antara diameter media yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemakaian diameter media yang sama tiap media, mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan dengan persentase penurunan yang cukup besar yaitu sebesar 91,73 %.

Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Menurut Wegelin (1996) pengaruh kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaan media filter. Tingkat

porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan penyaringan yang tinggi pula. Hal ini sesuai dengan penelitian Nkwonta (2010), jenis media karbon aktif mempunyai efisiensi penyisihan lebih besar dari kerikil karena karbon aktif memiliki porositas dan area permukaan yang lebih besar yaitu sebesar 0,78 sehingga proses filtrasi lebih meningkat dibandingkan dengan kerikil dengan nilai porositas sebesar 0,43. Sedangkan zeolit dan gerabah mempunyai peran dalam menyaring partikel-partikel yang lebih kecil hal ini dikarenakan permukaan media zeolit dan gerabah lebih halus serta daya serapnya juga lebih rendah, namun dengan semakin luasnya ruang media. Dengan luasnya ruang media tersebut pori-pori yang ada akan semakin banyak, sehingga kemampuan menyerapnya semakin tinggi.

Variasi panjang media antara zeolit, gerabah dan karbon aktif pada tiap-tiap reaktor berbeda pada reaktor satu gerabah dan karbon aktif memiliki panjang ruang media yang sama yaitu 35 cm sedangkan zeolit 30 cm dan untuk reaktor kedua zeolit dan karbon aktif memiliki panjang ruang media 35 cm sedangkan gerabah 30 cm.

Variasi perbandingan panjang media dengan perbandingan media pada reaktor tiga, lebih banyak terjadi penurunan kekeruhan jika dibandingkan dengan variasi panjang media lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh panjang masing-masing ruang media yang digunakan. Ruang media yang digunakan mempunyai panjang 40 cm zeolit : 40 cm gerabah : 20 cm karbon aktif. Selama proses filtrasi, lebih banyak terjadi pengendapan pada media filter, dan terjadi pengurangan partikel tersuspensi, hal ini dapat dilihat dari segi fisik dimana terjadi pengendapan pada media filter yaitu partikel-partikel banyak yang menempel pada media filter. Volume dan komposisi zeolit dan gerabah pada reaktor tiga menyediakan jumlah permukaan berpori yang lebih banyak, sehingga daya saring semakin meningkat dan terjadi pengendapan pada setiap permukaan media. Selain itu kekeruhan yang berasal dari air baku sudah mengalami pengendapan terlebih dahulu saat melewati bak prasediment ($t_d=30$ menit), sehingga sisa partikel-partikel yang kecil dapat diserap oleh zeolit, gerabah yang tidak terendapkan di bak prasediment, volume dan komposisi media sangat berpengaruh dalam mengadsorpsi dan menyaring

material tersuspensi, dan partikel koloid. Hal ini sesuai juga dengan penelitian sebelumnya oleh Kurniawati (2006) semakin tinggi media yang digunakan, maka persentase konsentrasi penurunan kekeruhan semakin meningkat, hal ini dikarenakan dengan variasi media yang semakin tinggi maka memiliki jumlah pori yang lebih banyak sehingga daya saring semakin meningkat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekeruhan effluent semakin berkurang sesuai dengan lamanya waktu operasional *roughing filter*. Hal ini menunjukan bahwa efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat, dari hari ke 0 sampai hari ke 8 akan tetapi pada hari ke 10 mengalami penurunan, hal ini dikarenakan media sudah kotor karena endapan. Hal ini dapat dijelaskan bahwa setelah beberapa waktu tertentu filter beroperasi dan mencapai efisiensi maksimum, maka secara berangsur-angsur efisiensi filter akan mengalami penurunan, sehingga kualitas effluent juga mengalami penurunan, peristiwa seperti ini biasa disebut *breaktrough*. *Breaktrough* ditandai dengan mulai menurunnya efisiensi maksimum yang disebabkan karena kekeruhan yang sudah tertahan pada pori-pori media secara maksimum dan menyebabkan sebagian besar pori-pori media tertutup oleh endapan. Sehingga efisiensi filter menurun dan mengakibatkan penurunan kualitas effluent. (Triwardani, 2011).

Dalam hal ini dapat dinyatakan bahwa media zeolit, gerabah dan karbon aktif mampu menurunkan kekeruhan. Waktu operasional serta debit juga berpengaruh terhadap efisiensi penurunan kekeruhan. Dimana debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kekeruhan oleh ketiga media akan lebih optimal. Sedangkan waktu operasional juga mempengaruhi penurunan kekeruhan, semakin lama waktu operasional maka semakin banyaknya partikel-partikel penyebab kekeruhan akan terendapkan, sehingga kualitas effluent akan semakin baik. Namun apabila terlalu lama juga akan menyebabkan clogging (penyumbatan) yang menyebabkan daya serap dari pori-pori semakin menurun.

Hasil analisa korelasi antara panjang media terhadap penyisihan kekeruhan diketahui bahwa nilai korelasi adalah 0,076, artinya hubungan antara panjang media terhadap persentase penyisihan kekeruhan lemah karena mendekati 0.

Artinya nilai persentase penyisihan terhadap panjang media tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar panjang media semakin besar peningkatan persentase penyisihan kekeruhan.

Hasil analisa korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan kekeruhan kuat karena mendekati 1, waktu pengambilan sampel memiliki pengaruh yang kuat. Hal ini dapat dilihat dari penurunan persentase penurunan kekeruhan pada gambar 4.3 yang menunjukkan persentase penurunan terbesar terjadi pada waktu pengambilan sampel ke 8.

Hasil analisa tukey menunjukkan bahwa nilai waktu operasional terbesar terjadi pada hari ke-8 sebesar 80.422. Artinya bahwa, waktu operasional hari ke-8 memiliki perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) dibandingkan dengan waktu operasional hari ke-0, ke-2, ke-4, dan ke-6 dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan.

Menurut Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum kadar kekeruhan yang diperbolehkan adalah 5 NTU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kekeruhan 4,76 NTU dibawah 5 NTU maka memenuhi standart kualitas air minum.

4.7.2 Penurunan Konsentrasi Kesadahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa reaktor *roughing filter* mempunyai kemampuan menurunkan kesadahan dengan tingkat penurunan yang berbeda. Konsentrasi kesadahan semakin berkurang seiring dengan lamanya waktu operasional. Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa konsentrasi kesadahan tertinggi sebesar 124 mg/l yaitu variasi media reaktor tiga pada waktu operasional 8 jam. Sedangkan konsentrasi kekeruhan terendah sebesar 393,33 mg/l yaitu pada variasi media reaktor satu pada waktu operasional 0 hari. Hal ini disebabkan karena jenis media yang digunakan, panjang media, serta waktu operasional yang mempengaruhi penurunan konsentrasi kesadahan.

Konsentrasi dan persentase penurunan kekeruhan pada tabel 4.6, 4.7 dan 4.8 menunjukkan bahwa penggunaan media zeolit, gerabah dan karbon aktif terbukti mampu menurunkan konsentrasi kesadahan. Kemampuan penurunan konsentrasi kesadahan melalui roughing filter sebesar 66,16 % (reaktor 1), 71,73 % (reaktor 2) dan 74,42 % (reaktor 3) . Hal ini lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Rahman (2012), yaitu sebesar 63,11% yang memakai perbandingan antara diameter media dan waktu detensi yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemakaian diameter media yang sama tiap media, mampu menurunkan konsentrasi kesadahan dengan persentase penurunan yang cukup besar yaitu sebesar 74,42 %.

Dalam penelitian ini media zeolit berfungsi menurunkan kesadahan karena zeolit merupakan senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi dengan pori-pori yang dapat dilewati air. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan ditukar dengan ion Na^+ dan K^+ dari zeolit, sehingga air tebebas dari kesadahan. Volume dan komposisi media sangat berpengaruh dalam mengadsorpsi dan menyaring material tersuspensi, partikel koloid, dan ion-ion penyebab kesadahan.

(Kusnaedi, 2010).

Air sadah adalah air yang mengandung ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Ion-ion ini terdapat dalam air dalam bentuk sulfat, klorida, dan hidrogenkarbonat. Kesadahan air alam biasanya disebabkan garam karbonat atau garam asamnya. Untuk mengurangi kesadahan (Hardness) pada air dapat digunakan filtrasi (penyaringan) dengan media karbon aktif yang memiliki sifat kimia dan fisika, di antaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi. Karbon aktif adalah sejenis adsorbent (penyerap), berwarna hitam, berbentuk granule, bulat, pellet ataupun bubuk. Jenis karbon aktif tempurung kelapa ini sering digunakan dalam proses penyerap rasa dan bau dari air, dan juga penghilang senyawa-senyawa organik dalam air. Perlu diketahui bahwa pemilihan jenis media yang digunakan sangat penting yaitu pada karbon aktif tempurung kelapa memiliki kandungan karbon yang cukup besar (Suhadak, 2005). Karbon

aktif dari tempurung kelapa merupakan karbon yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Kelebihan yang dimiliki arang aktif tempurung kelapa yaitu mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengadsorpsi dan menyaring material tersuspensi, partikel koloid, dan ion-ion penyebab kesadahan.

Penurunan persentase kesadahan disebabkan karena besar kecilnya pori dan luas permukaan media yang terbentuk dari butiran media yang digunakan. Ketinggian media akan menentukan lama pengaliran dan daya saring, media yang terlalu tebal akan mempunyai daya saring yang tinggi namun membutuhkan waktu yang lama dalam pengalirannya, sedangkan media yang terlalu tipis waktu pengalirannya pendek namun memiliki daya saring yang rendah. Demikian pula besar kecilnya diameter media yang digunakan berpengaruh pada porositas, laju filtrasi, dan juga kemampuan daya saring, baik itu komposisinya, proporsinya, maupun bentuk susunan dari diameter butiran media.

Penurunan konsentrasi kesadahan terjadi pada semua variasi panjang media. Namun, variasi perbandingan panjang media reaktor tiga lebih banyak terjadi penurunan kesadahan jika dibandingkan dengan variasi panjang media lainnya. Hal ini disebabkan karena pada variasi panjang media telah menyediakan waktu pengaliran yang lama dan jumlah pori yang banyak untuk pertukaran ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} penyebab kesadahan pada air sungai. Sehingga, kesadahan mengalami pengendapan pada setiap permukaan filter dan tingkat penyerapan kesadahan semakin tinggi. Menurut Luluk (2008) volume dan komposisi media sangat berpengaruh dalam mengadsorpsi dan menyaring material tersuspensi, partikel koloid, dan ion-ion penyebab kesadahan. Maka dapat pula diketahui bahwa jenis media serta volume media sangat mempengaruhi penurunan kesadahan. Dalam Penelitian Mifbakhuddi (2010) penurunan kesadahan yang paling baik adalah pada ketebalan 80 cm karbon aktif hal ini dikarenakan semakin tebal media maka hasil yang diperoleh akan semakin baik.

Pengaruh lama waktu operasional yang digunakan persentase penyisihan kesadahan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu operasional yang digunakan maka debit dan kecepatan aliran semakin rendah, sehingga waktu

kontak dengan media semakin panjang dan kemampuan dari ketiga media yang digunakan untuk menyerap semakin baik. Hal ini disebabkan pula karena partikel dan material yang menempel pada permukaan media, sebagian tergerus oleh tekanan air dalam media sehingga memberi kesempatan media untuk mengadsorpsi molekul atau ion penyebab kesadahan, dan menyebabkan kualitas air semakin meningkat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Putra (2009) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu operasional maka kualitas penyaringan akan semakin baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesadahan effluent semakin berkurang sesuai dengan lamanya waktu operasional *roughing filter* atau efisiensi penurunan kekeruhan semakin meningkat, dari hari ke 0 sampai hari ke 8 akan tetapi pada hari ke 10 mengalami penurunan. Fluktuasi Penurunan konsentrasi kesadahan menunjukkan bahwa pada waktu operasional yang semakin lama selisih persentase penurunannya semakin rendah karena kemampuan masing-masing media semakin berkurang karena pori-pori media yang digunakan terisi penuh oleh partikel dan ion penyebab kesadahan, sehingga partikel-partikel yang tidak tertahan akan lolos. Selain itu pengaruh proses filtrasi yang bekerja secara kontinyu dan menyebabkan terjadinya proses sedimentasi atau pengendapan partikel atau material tersuspensi pada permukaan media sehingga kinerja filter semakin menurun. Pengaruh tekanan air dari bawah keatas dan media juga sudah mulai mampat (*clogging*) yang akan menimbulkan sebagian media ikut terfluidasi akibatnya menurunkan kualitas *effluent* yang dihasilkan karena sebagian akan kembali ke inlet sedangkan yang lainnya akan ikut bersama *effluent* (Bernadina,2008).

Media zeolit, gerabah, dan karbon aktif mampu menurunkan kesadahan dengan waktu operasional yang lama. Selain itu, debit yang kecil akan menyebabkan waktu kontak kontaminan dengan media akan semakin lama sehingga penyerapan kesadahan oleh ketiga media akan lebih optimal. Maka dengan demikian pengaruh waktu operasional dengan media filter sangat menentukan efektifitas penurunan konsentrasi kesadahan, dimana semakin lama waktu operasional maka persentase penyisihan konsentrasi kesadahan akan semakin baik. Namun apabila terlalu lama juga akan menyebabkan *clogging*

(penyumbatan) yang menyebabkan daya serap dari pori-pori semakin menurun (Kurniawati, 2006).

Hasil analisa korelasi antara panjang media terhadap penyisihan kesadahan diketahui bahwa nilai korelasi adalah 0,221, artinya hubungan antara panjang media terhadap persentase penyisihan kesadahan lemah karena mendekati 0. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap panjang media tidak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin besar panjang media semakin besar peningkatan persentase penyisihan kesadahan.

Hasil analisa korelasi antara waktu pengambilan sampel terhadap persentase penyisihan kesadahan kuat karena mendekati 1, waktu pengambilan sampel memiliki pengaruh yang kuat. Hal ini dapat dilihat dari penurunan persentase penurunan kesadahan pada gambar 4.5 yang menunjukkan persentase penurunan terbesar terjadi pada waktu pengambilan sampel hari ke 8.

Hasil analisa tukey menunjukkan bahwa nilai waktu operasional terbesar terjadi pada hari ke-8 sebesar 58,714. Artinya bahwa, waktu operasional hari ke-8 memiliki perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) dibandingkan dengan waktu operasional hari ke-0, ke-2, ke-4, dan ke-6 dalam menurunkan konsentrasi kesadahan.

Menurut Kep. Menkes RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum kadar kesadahan yang diperbolehkan 500 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi akhir kesadahan 124 mg/l dibawah 500 mg/l maka air sungai layak digunakan sebagai air minum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Reaktor *Roughing filter aliran horizontal* dengan menggunakan media zeolit, gerabah, dan karbon aktif efektif menurunkan konsentrasi kekeruhan dan kesadahan air sungai Brantas masing-masing sebesar 91.73% dan 74.42%.
2. Variasi ketinggian media memiliki pengaruh yang signifikan dalam penurunan konsentrasi kekeruhan dan kesadahan.
 - Penurunan konsentrasi kekeruhan terbesar yang dicapai sebesar 91.73% pada ketinggian media reaktor tiga dengan komposisi 40 cm zeolit : 40 cm gerabah : 20 cm karbon aktif pada waktu operasional 8 hari dan penurunan kekeruhan terkecil yang dicapai sebesar 9,82% pada ketinggian media reaktor satu dengan komposisi 30 cm zeolit : 35 cm gerabah : 35 karbon aktif pada waktu operasional 0 hari.
 - Penurunan konsentrasi kesadahan terbesar yang dicapai sebesar 74.42% pada ketinggian media reaktor tiga dengan komposisi 40 cm zeolit : 40 cm gerabah : 20 cm karbon aktif pada waktu operasional 8 hari dan penurunan kekeruhan terkecil yang dicapai sebesar 18,84% pada ketinggian media reaktor satu dengan komposisi 30 cm zeolit : 35 cm gerabah : 35 karbon aktif pada waktu operasional 0 hari.

5.2 Saran

Untuk lebih menyempurnakan penelitian masih perlu dilakukan mengenai:

1. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kemampuan media zeolit, gerabah, dan karbon aktif tempurung kelapa dalam menurunkan parameter-parameter lain pada air sungai.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan tinggi media yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Irianto, 2004. Statistik Konsep Dasar, Aplikasi, Dan Pengembangannya. Kencana Prenada, Jakarta.
- Alaerts, G dan Sri Santika, 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya.
- Anonim, 2014. **Air Sungai**. <http://www.air.sungai.com> (diakses tanggal 9 april 2014 pukul 19.00 WIB)
- Anonim, 2014. **Karbon Aktif**. <http://www.purewatercare.com> (diakses tanggal 26 mei 2014 pukul 15.30 WIB)
- Anonim, 2014. **Kondisi Sungai Brantas**. <http://www.koran.rakyatonline.com> (diakses tanggal 9 april 2014 pukul 22.30 WIB)
- Anonim, Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang **Persyaratan kualitas air minum**.
- Bria Bernadina Maria Agustina. 2008. **Penurunan TSS dan Kesadahan dengan Metode Saringan Lambat Aliran *Upflow* Menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Pasir Kuarsa**. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
- Luluk, 2008. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol 1(2). **Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi dengan *Roughing Filter* Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan**". ITS Surabaya
- Galvis, G Vischer. 1998. **Multi-Stage Filtration and Innovation Water Treatment Technology**. CINARA, Colombia.
- Iriawan N, Astuti S P, 2006. **Mengolah data statistik dengan mudah menggunakan minitab 14**. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kusnaedi, 2010. **Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum**. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kurniawati, 2006. **Pemanfaatan *Roughing Filter* Aliran *Upflow* Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan Kesadahan Pada Air Sungai**

Dengan Media Filter Batu Kapur dan Batu Kerikil. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Masduqi A, dan Slamet A, 2002. **Satuan Operasi Untuk Pengolahan Air.** Fakultas Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.

Mifbakhuddin, 2010. **Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Sumur Artetis.** Jurnal Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang.

Nkwonta, Onyek, Ochieng, George. 2009. **International Journal Of The Physical Sciences Vol 4(9) Roughing Filter For Water Pre Treatment Technology In Developing Countries: A Review.** ISSN 1992-1950 Academic Journals. South Africa.

Putra, 2009. Seminar Nasional VSDM Teknologi Nuklir. **Penggunaan Perunut I-131 Untuk Mempelajari Proses Penyaringan Menggunakan Roughing Filter.** ISSN 1978-0176. Yogyakarta.

Rahman, 2012. **Pemanfaatan Rouging filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Pada Air Sungai Dengan Media Filter Batu Kapur, Zeolit Dan Batu Kerikil.** Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Rooklidge, Lloyd. Ketchum, dan Burns. 2002. **Clay Removal In Basaltic and Limestone Horizontal Roughing Filters.** Department of Civil Engineering and Geological Sciences, University of Notre Dame. Journal Environmental Research 7 (2002) 231-237.

Suhadak, 2005. **Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan.** Jurnal Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang.

Sutrisno, Totok, 2010. **Teknologi Penyediaan Air Bersih.** Rineka Cipta, Jakarta.

Triwardani, 2011. **Pemakaian Cangkang Kerang dan Batu Apung dan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Media Pada Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kadar Kekeruhan dan**

Kesadahan Pada Air Sungai Brantas. Skripsi Jurusan Teknik
Lingkungan ITN Malang.

Filename: SKRIPSI ALOYSIUS OKTAVIUS SARI
Directory: C:\Users\hp\Documents
Template: C:\Users\hp\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: hp
Keywords:
Comments:
Creation Date: 3/21/2015 3:40:00 PM
Change Number: 1
Last Saved On: 3/21/2015 4:42:00 PM
Last Saved By: hp
Total Editing Time: 48 Minutes
Last Printed On: 3/23/2015 1:29:00 AM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 74
Number of Words: 16,226 (approx.)
Number of Characters: 92,492 (approx.)

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.